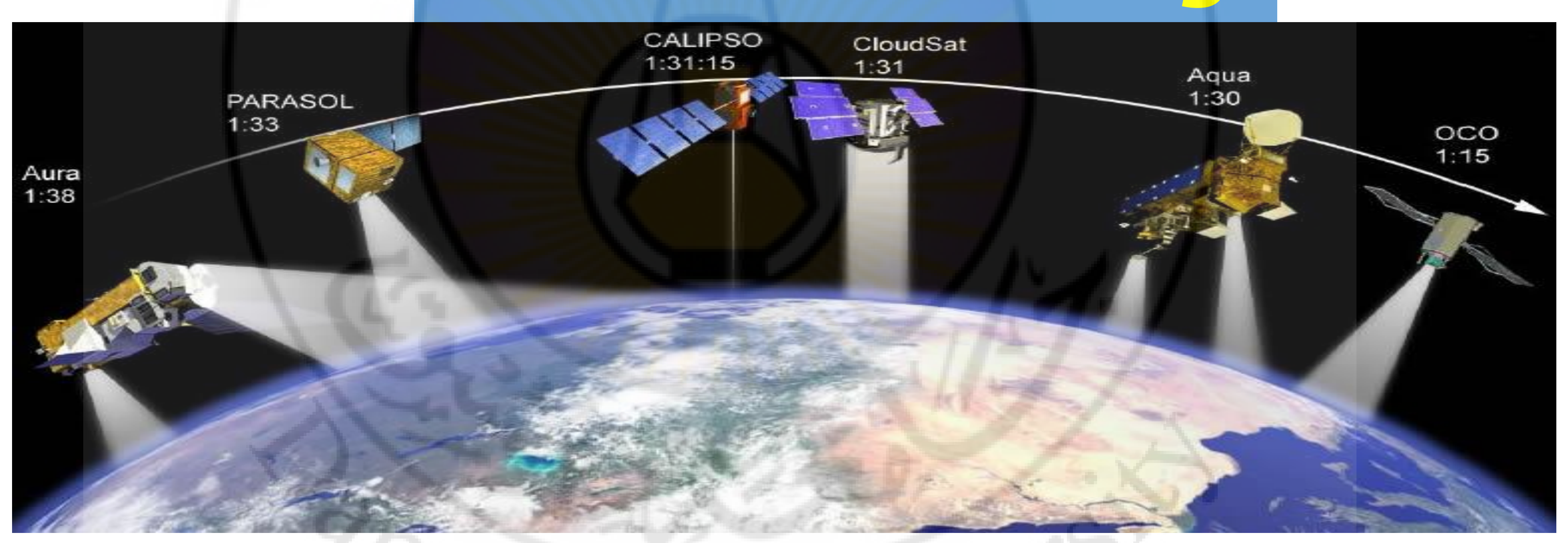
مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة

قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة

كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الأولى

Remote Sensing



التطور التاريخي لتقنية الاستشعار

١٩١٠م – ١٩١٩م	إ ستخدم المنطاد في التقاط صور جوية.
١٩٢٥م – ١٩٤٥م	انتشار التصوير الجوي والاهتمام بعمل الخرائط الطبوغرافية، تطور عدسات التصوير وتطور الطائرات.
١٩٤٥م – ١٩٦٠م	استعمالات الصور الجوية في التطبيقات الجيولوجية والزراعية ومختلف المجالات العلمية الأخرى .
١٩٦٠م – ١٩٧٢م	إطلاق أول قمر صناعي للفضاء عام ١٩٦٠م لدراسة الأحوال الجوية حمل اسم Tiros 1، وبنهاية الفترة تم إرسال سلسلة من الأقمار الصناعية لدراسة الطقس مثل Noaa، وعام ١٩٧٢م أطلق القمر الصناعي الأمريكي لاندسات.
١٩٧٢م – الوقت الحاضر	بدأت مرحلة نضوج علم الاستشعار عن بعد بحيث أصبحت قدرة التصوير عالية ودرجة وضوح عالية الدقة ليغطي جميع المجالات العلمية، كما أطلقت سلسلة من الأقمار الصناعية لاندسات وسبوت والعديد من الأقمار الأخرى .

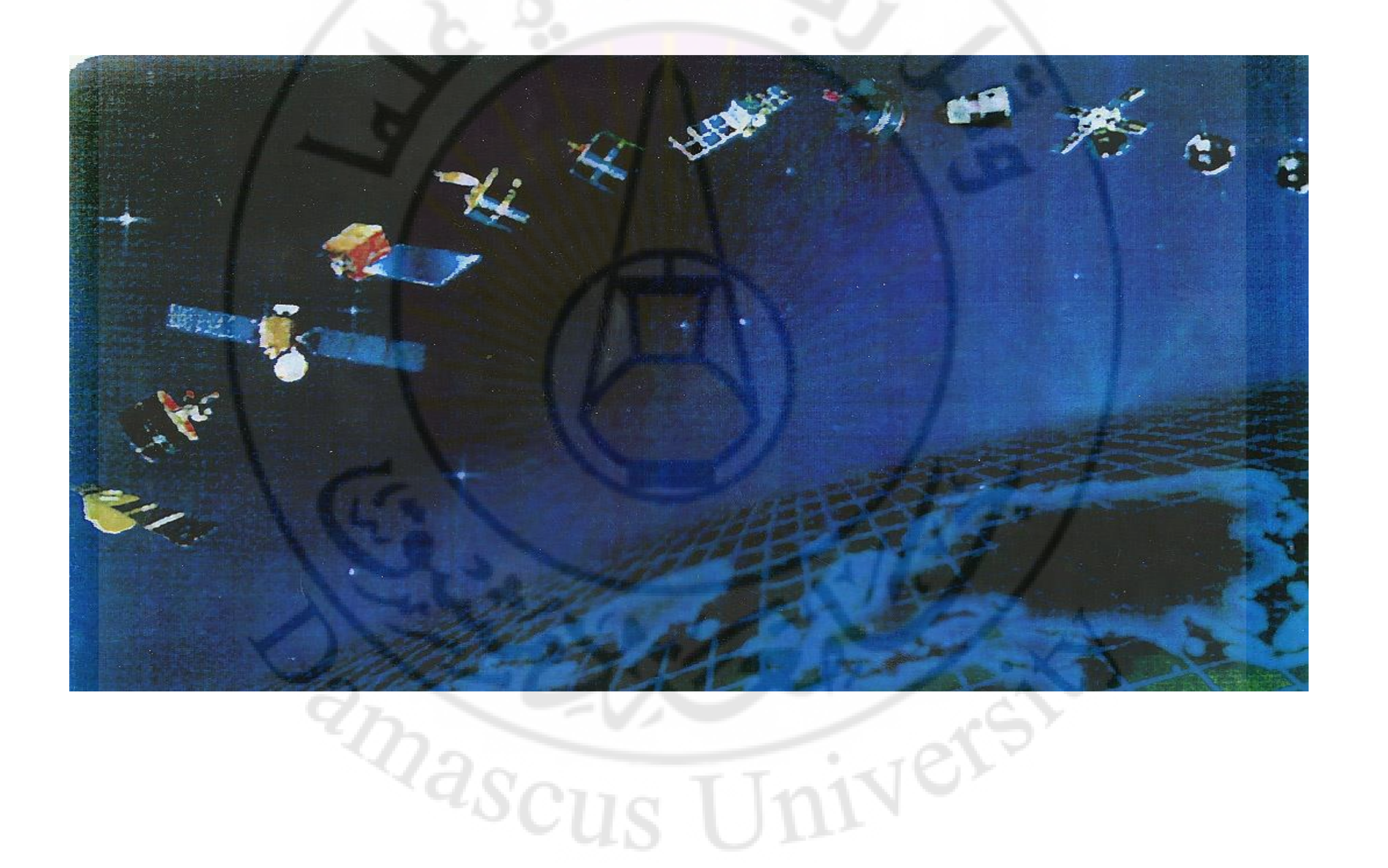



AISC
MMII
aerial information systems corporation





يجوب الفضاء الآن وعلى ارتفاعات مختلفة، العديد من المركبات الفضائية المأهولة وغير المأهولة مهمتها التحديق ملياً في أرجاء الأرض والكشف عن مواردها وثرواتها الدفينة ومراقبة بيئتها وكوارثها.

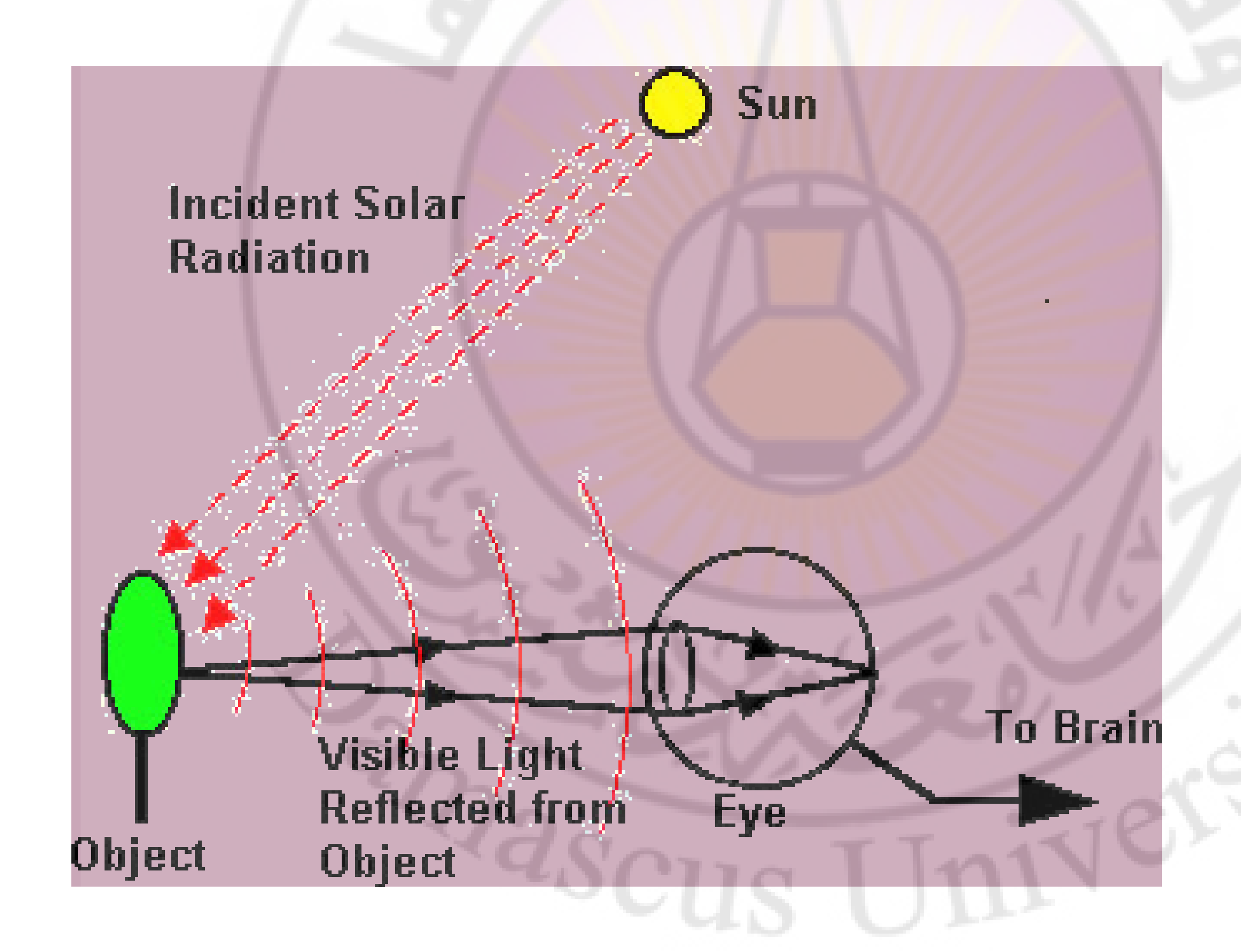


ما هو الإستشعار من بعد

- تستخدم ألفاظ عدة للإشارة إلى المصطلح الإنجليزي Remote Sensing منها ”الإستشعار من بعد“ و“الإستشعار عن بعد“ و“التحسس النائى“ والترجمة الأولى هي الأكثر شيوعاً.
- جرى إستخدام اللفظ Remote Sensing لأول مرة في خمسينات القرن العشرين بواسطة أخصائية رسم الخرائط البحرية إيفيلين بروت Evelyn Pruitt لدى مكتب أبحاث الأسطول بالولايات المتحدة U.S. Office of Naval Research (ONR).
- يستخدم مصطلح الإستشعار من بعد للإشارة إلى:
  - العلم الذي يهتم بمسائل إستخدام تقنيات التصوير الجوي أو الفضائي في مجال رسم وتحديث الخرائط.
  - العلم الذي يهتم بتفسير الصور الجوية والفضائية.
  - العلم الذي يهتم بما يلي :
    - طرق جمع البيانات عن الكائنات أو الظواهر على سطح الأرض أو سطح الأرض نفسه بإستخدام مجسات Sensors بعيدة عن هذا السطح.
    - طرق تحليل وتفسير هذه البيانات.
    - تطوير وتحسين أساليب جمع البيانات وكذلك تفسيرها.

ما هو الإستشعار عن بعد

- يستخدم مصطلح "الإستشعار عن بعد" للإشارة إلى المصطلح الإنجليزي Remote Sensing.

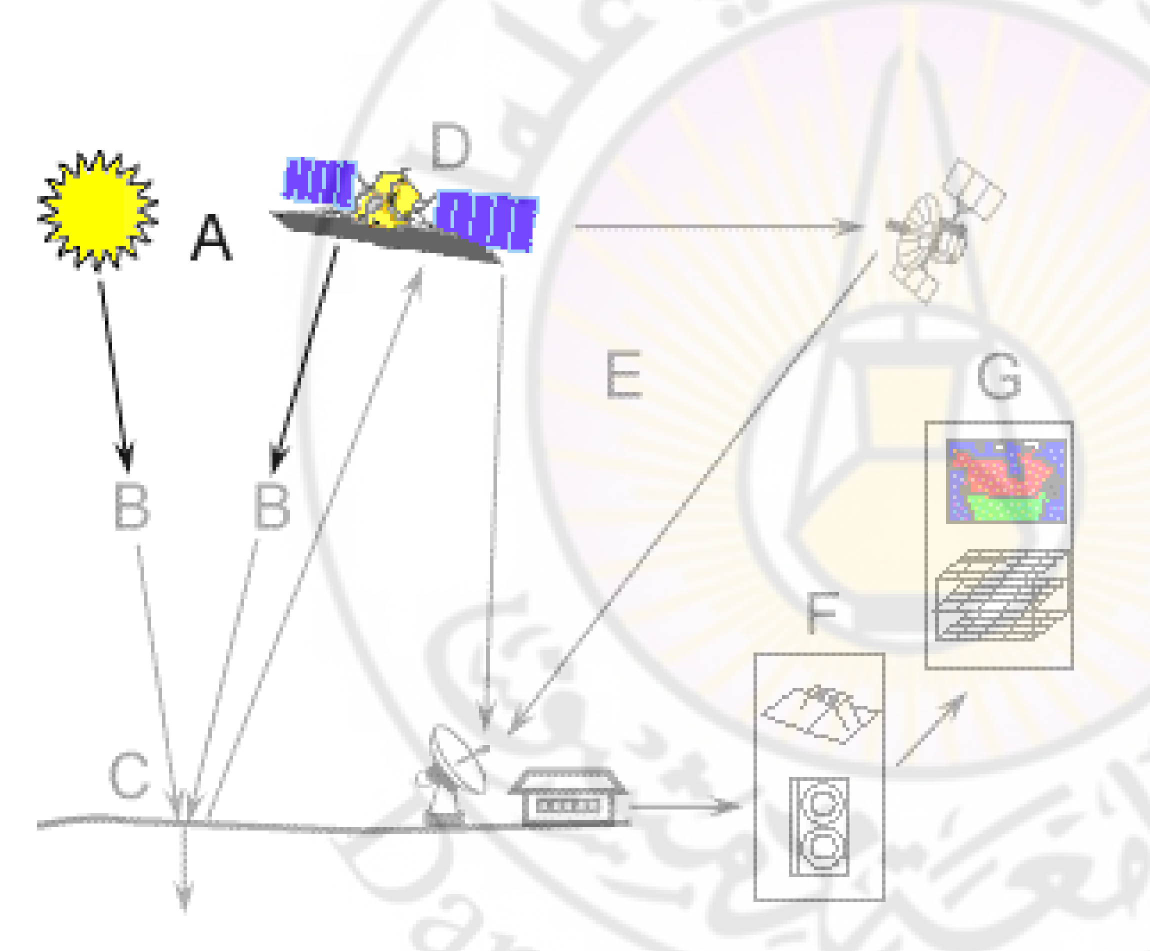


تعد العين وبالتالي الكاميرا أدوات للاستشعار عن بعد

المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية

تعتمد العملية الاستشعارية بشكل أساسي على التفاعل الحاصل بين الأشعة الكهرومغناطيسية الساقطة (أشعة الشمس، أو أية أشعة أخرى) و الأهداف المدروسة،وبالتالي يمكن تبسيط العملية الاستشعارية كما يلي:

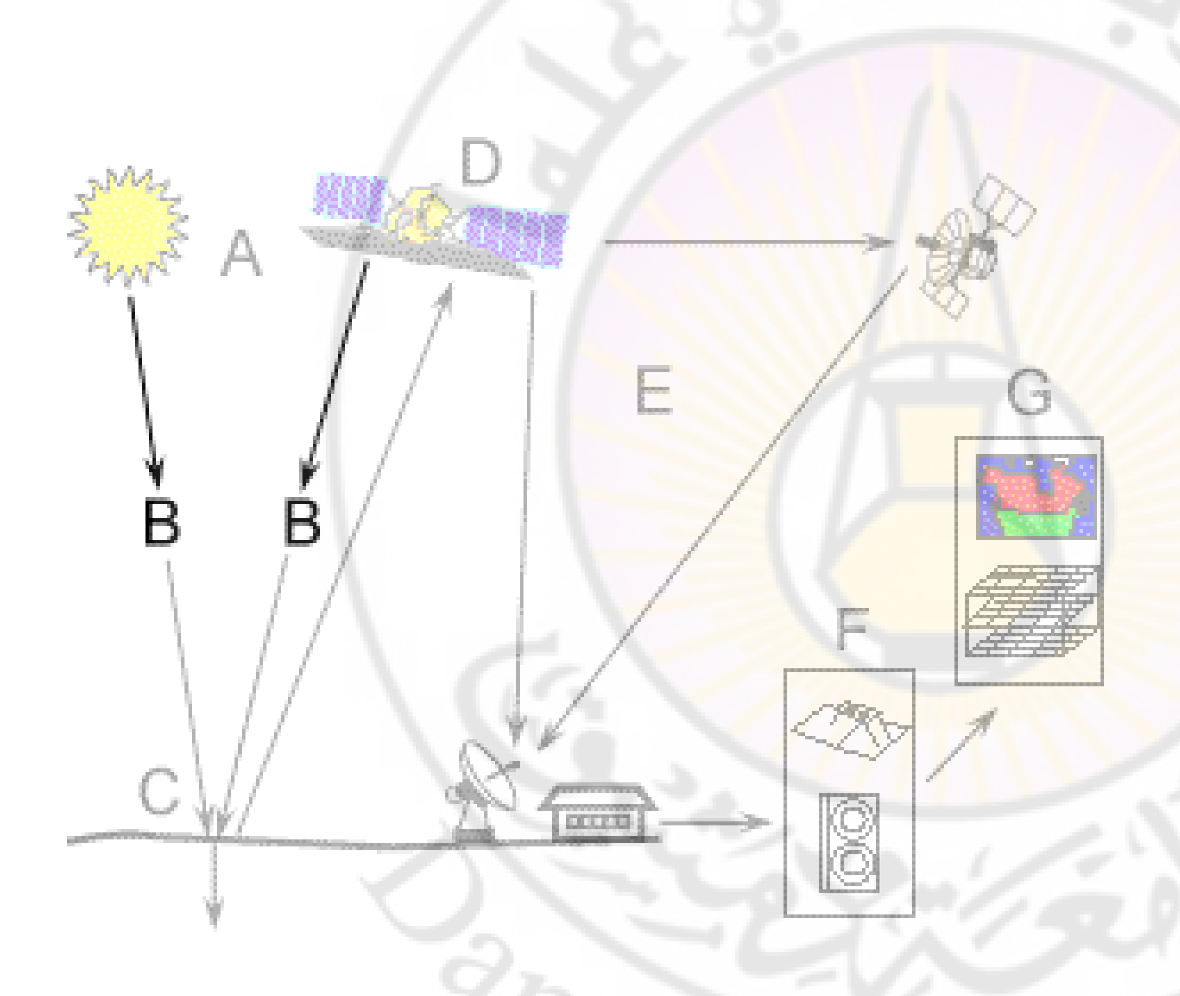
المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



أولاً - مصدر الطاقة أو الإضاءة: إن أول ما تتطلبه العملية الاستشعارية وجود مصدر إضاءة أو مصدر طاقة (وتعتبر الشمس مصدر الطاقة في معظم أنواع الاستشعار عن بعد وقد تستخدم مصادر أخرى (سنأتي على ذكرها لاحقاً) والهدف من مصدر الطاقة هو إمداد الهدف المدروس بالطاقة الكهرومغناطيسية

A

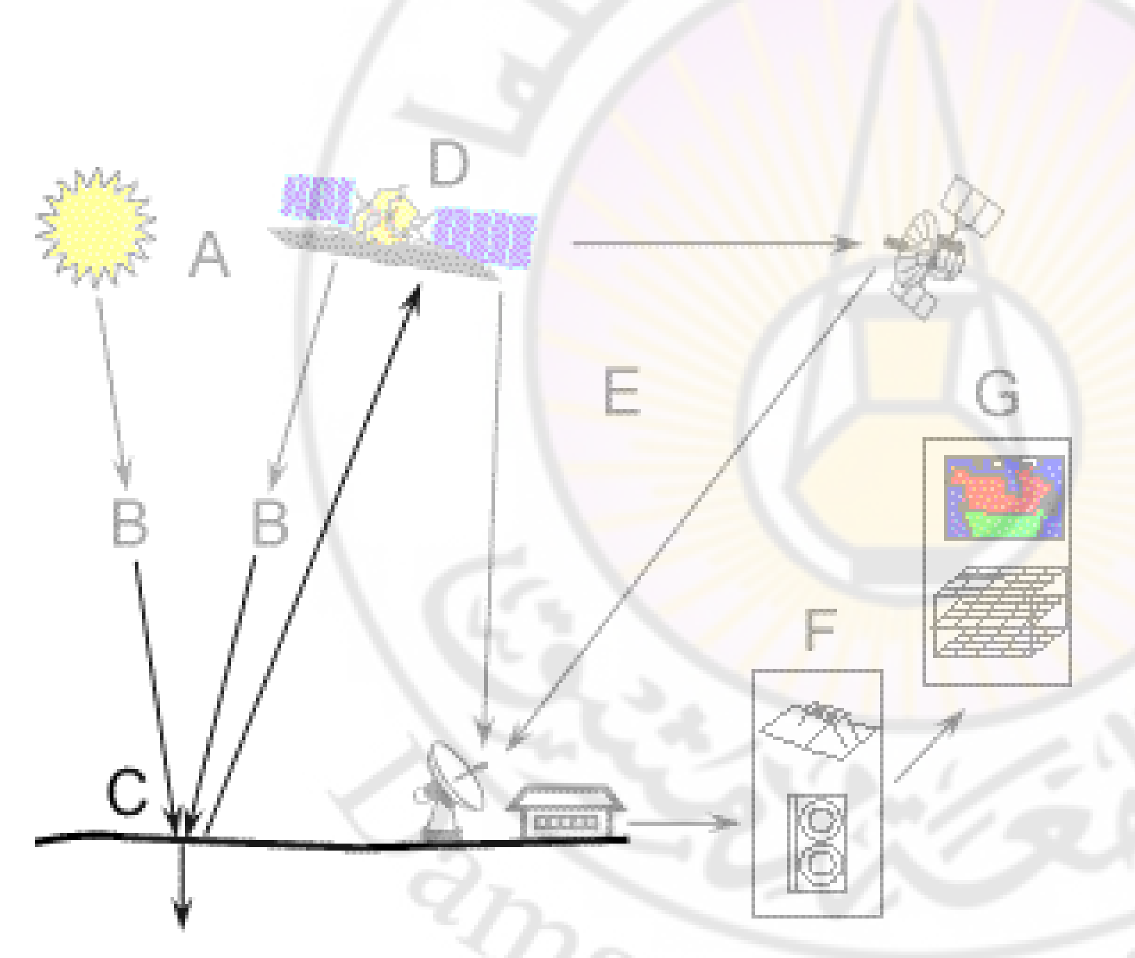
المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



ثانياً - الأشعة والغلاف الجوي:
بينما تنتقل الأشعة من مصدر الطاقة إلى الهدف المدروس فإنها تحتك مباشرة بالغلاف الجوي و مكوناته (الصلبة والسائلة والغازية) وتدخل معه في تفاعل يؤدي إلى تغير طبيعة الأشعة، و كذلك الأمر عند انعكاسها عن الهدف و مرورها بالغلاف الجوي مرة ثانية ويمكن أن يؤدي التفاعل الحاصل بين الأشعة المنعكسة والغلاف الجوي إلى تشوهها

B

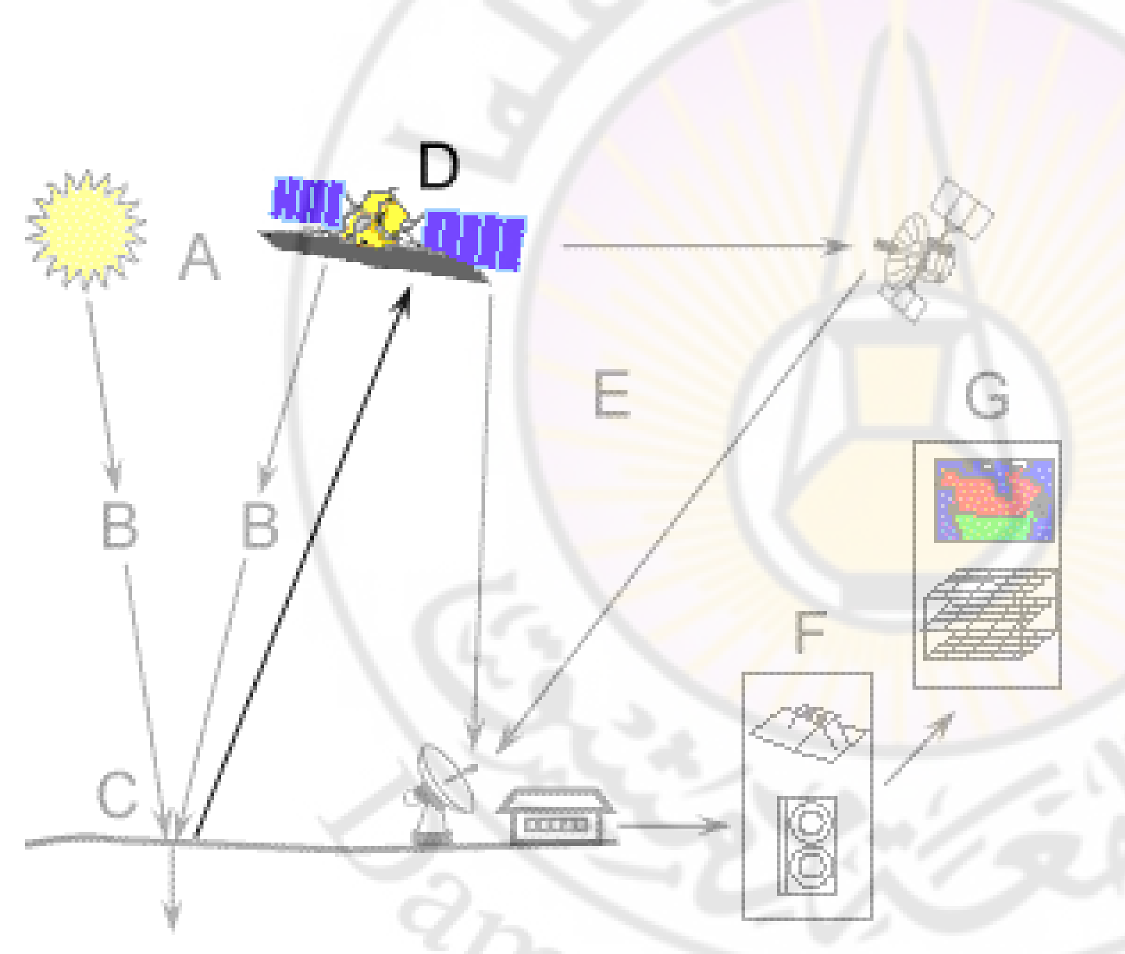
المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



ثالثاً – التفاعل مع الهدف:
عندما تصل الأشعة إلى الهدف المدروس مرورا بالغلاف الجوي فإنها تدخل في تفاعل معه بالاعتماد على خصائص الهدف و طبيعة الأشعة

C

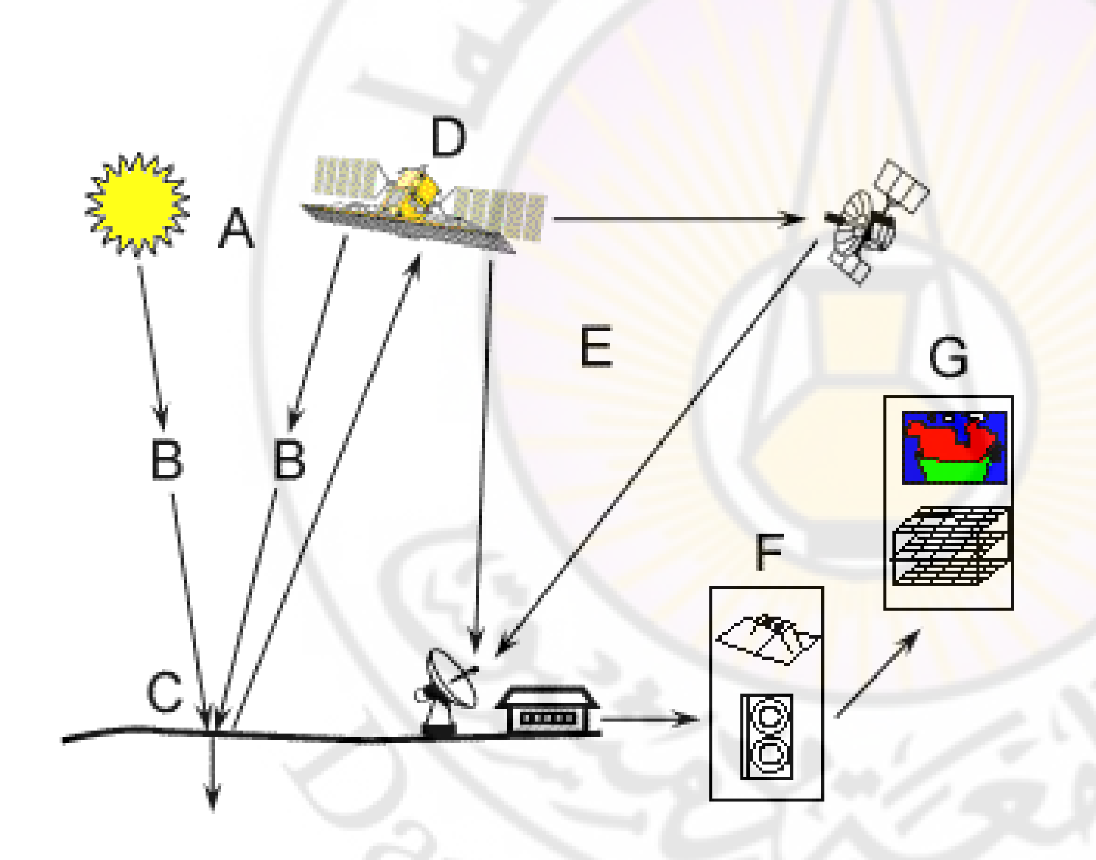
المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



رابعـــاً – تســـجيل الأشـــعة المنعكســـة : بعـد أن يــتم انعكـــاس الأشـــعة عـــن الهـــدف المـــدروس أو إصدارها (انبعاثها) من قبلـــه، تحتـــاج العمليـــة الاستشـعارية إلـى حساس لجمـع و تسـجيل الأشـعة الكهرومغناطيسية

D

المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



خامســــــــا – الإرســــــــال والاستقبال والمعالجة: يتم إرســال الأشـعة المسـجلة واســتقبالها فــي محطــة استقبال أرضية ومعالجتها وتخزينها بشكل رقمي أو طباعي

E

المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية



سادسا – التحليل والتفسير:

يتم تحليل وتفسير الصور المستقبلة بصريا (يدويا و/أو آليا للحصول على المعلومات المتعلقة بالهدف المدروس اوالظاهرة المدروسة لإظهار خصائصها

F

المراحل الرئيسة للعملية الاستشعارية

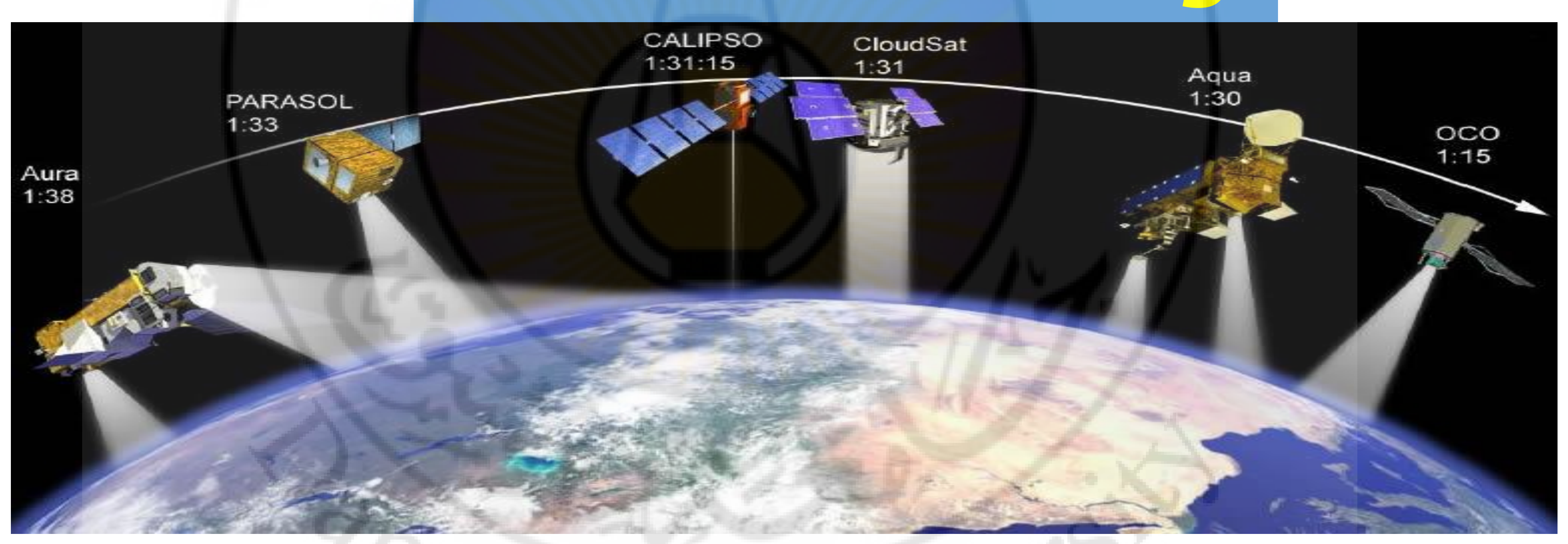


سابعا – التطبيقات: إن آخر عمليـــة مـــن عمليـــات الاستشـــعار عـن بعـد هـو اســـــتخدام المعلومـــــات المســـتقاة مـــن العمليـــة الاستشـــعارية فـــي حـــل مشاكل معينة تفيد في أحد الفروع العلمية او في احد التطبيقـات فـي المجـالات المختلفة التي سنأتي على ذكرهـا فـي المحاضـرات اللاحقة.

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الثانية

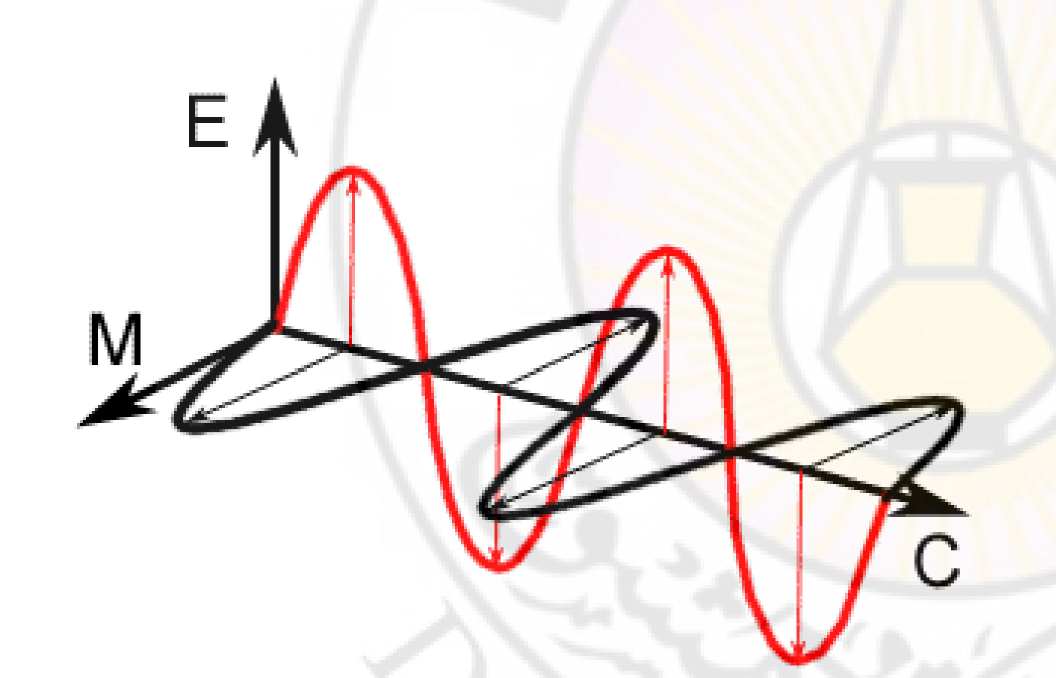
Remote Sensing



الأسس النظرية للاستشعار عن بعد

- يتطلب استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في التطبيقات المختلفة إلى فهم الأسس العلمية للاستشعار وكيفية الحصول على المعطيات وتفسيرها، لذلك سنتعرف على الاشعة الكهرومغناطيسية و خصائصها بالإضافة الى الطيف الكهرومغناطيسي .

الأشعة الكهرومغناطيسية



- كل الأشعة الكهرومغناطيسية تمتاز بصفات أساسية ، وتتصرف بطريقة تخضع لأسس النظرية الموجية
- و الأشعة الكهرومغناطيسية تتألف من الحقل الكهربائي(E) الذي يختلف بمطاله من نوع أشعة لآخر و يعامد اتجاه انتقال الأشعة، والحقل المغناطيسي (M) الذي يصنع زاوية قائمة مع الحقل الكهربائي وكلا الحقلين ينتقلان بسرعة الضوء (C). كما هو مبين بالشكل المجاور.

للأشعة الكهرومغناطيسية خصائصها الفريدة و المتعددة ولكن ما يهمنا منها لفهم عملية الاستشعار عن بعد خاصتان اثنتان:

١-طول الموجة.

٢-التردد.

طول الموجة:

وهـو المسـافة الفاصـلة بـين قمتـي مـوجتين متتـاليتين ويعبـر عنـه بإشـارة لامـدا λ ويقـاس بـالمتر(م) أو بأحد أجزائه:

النانومتر(nm) و يساوي $١٠^{-٩}$ (م)

الميكرومتر(µm) و يساوي $١٠^{-٦}$(م)

السنتيمتر (cm) ويساوي $١٠^{-٢}$(م)

التردد:

وهو عدد الموجات الدورية خلال وحدة الزمن (ويعبر عنها بدورة في الثانية وتقاس عادة بالهرتز (Hertz) أو أحد مشتقاته. أي بمعنى اخر هو عدد النبضات (الموجات) التي تمر بنقطة واحدة خلال واحدة الزمن .

يرتبط الطول الموجي بالتردد بالعلاقة الرياضية التالية:

$C=\lambda\upsilon$

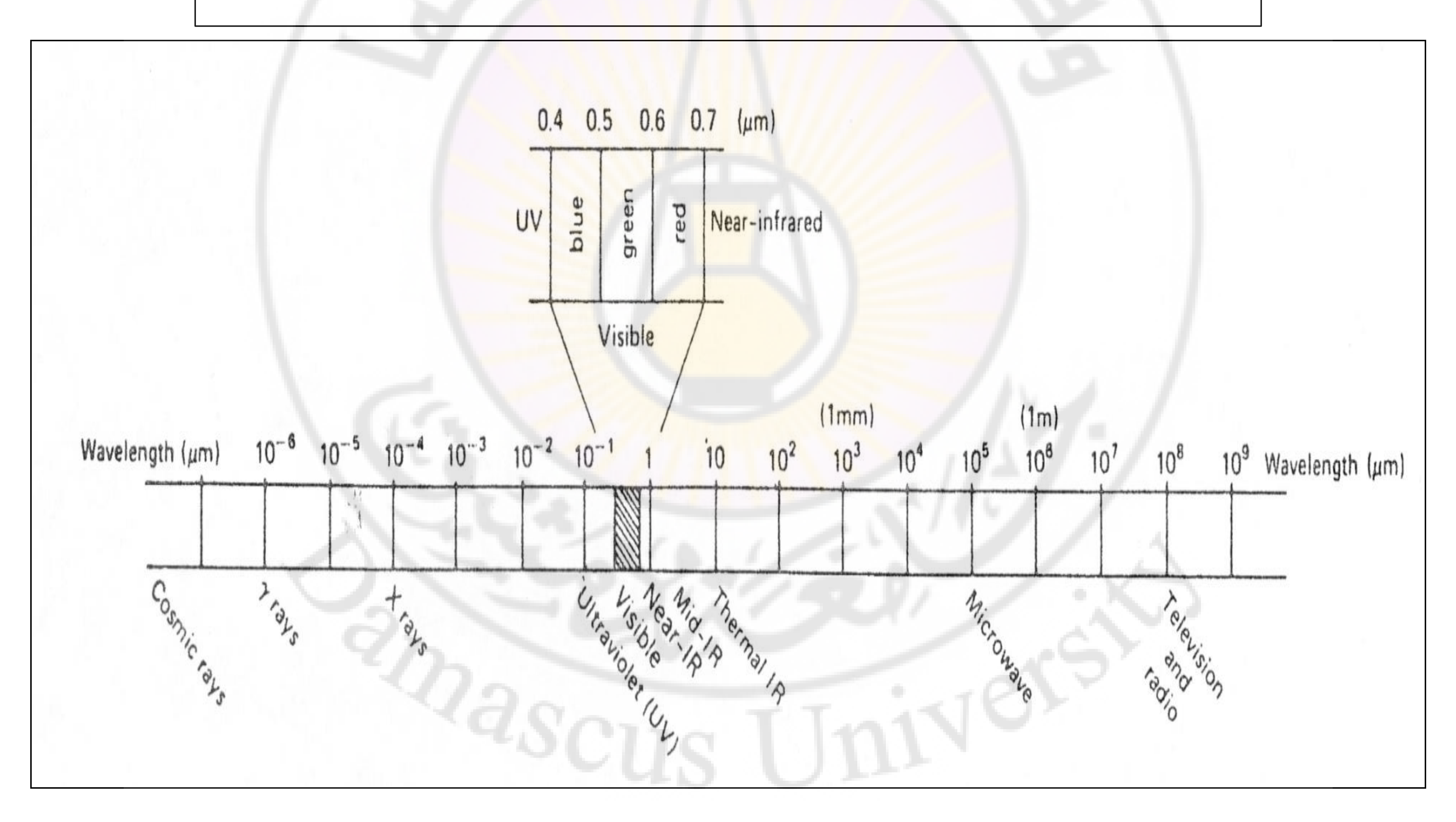
حيث c هي سرعة الضوء ٣٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ متر في الثانية ويعادل ٣٠٠٠٠٠كم/ثانية.

و λ الطول الموجي بالمتر.

و v التردد (دورة بالثانية).

وبالتالي ترتبط الصفتان بعلاقة عكسية فكلما زاد طول الموجة انخفض التردد والعكس صحيح .

الطيف الكهرومغناطيسي
Electromagnetic Spectrum

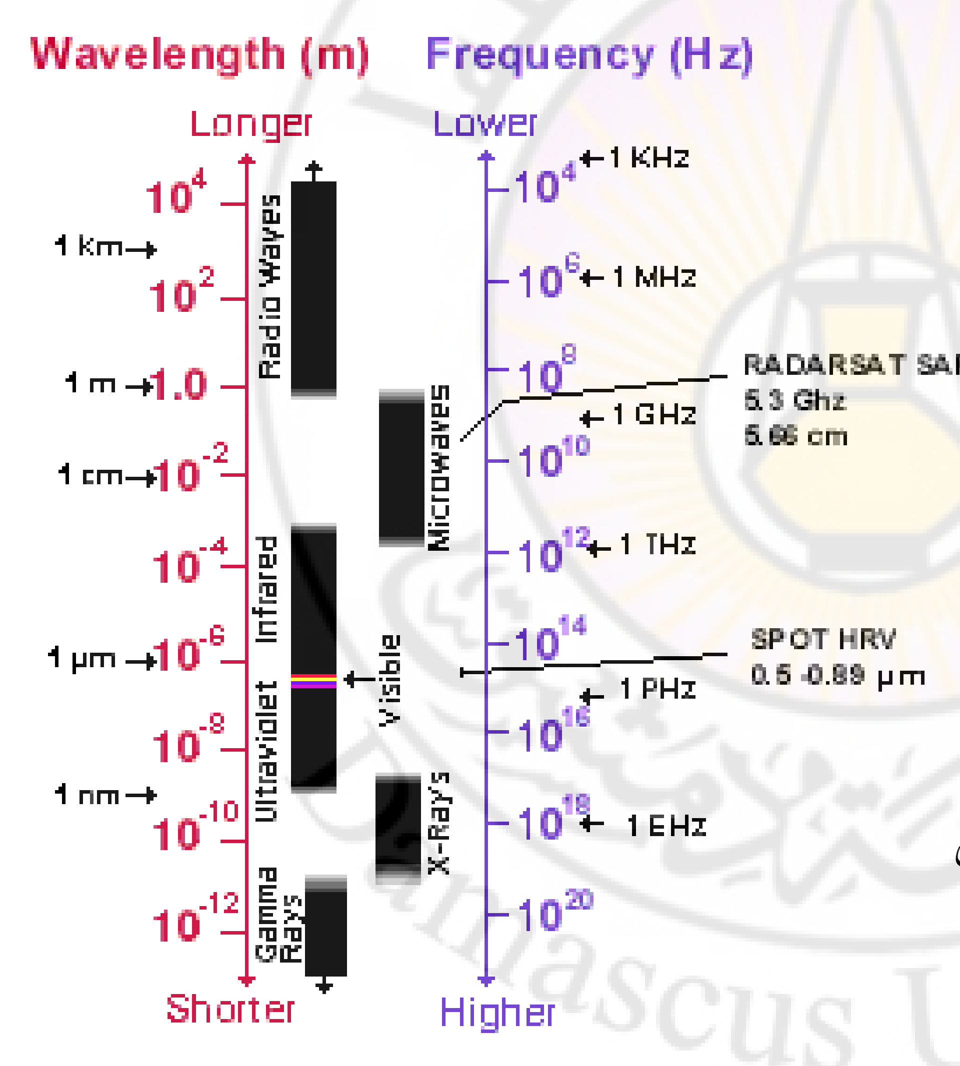


- تعريف الطيف الكهرومغناطيسي :

- يمكن تعريف الطيف الكهرومغناطيسي بانه نطق متصل من الموجات الكهربائية و المغناطيسية ذات الاطوال المختلفة ، التي تبدأ بموجات قصيرة و ترددات عالية في جانب الى موجات طويلة جداً و ترددات منخفضة في الجانب الاخر

فنجد انه يبدأ من -∞ اللا نهاية ويمتد الى +∞ الما لا نهاية (أي ليس له بداية وليس له نهاية) .

الطيف الكهرومغناطيسي :



يتراوح الطيف الكهرومغناطيسي من الأمواج القصيرة جدا (كأشعة غاما و الأشعة السينية) إلى الأشعة فائقة الطول(مثل الأمواج الميكروية و الراديوية).

وهناك عدة مجالات من الطيف الكهرومغناطيسي تهم الاستشعار عن بعد

يتكون الطيف الكهرومغناطيسي من نطاقات متعددة يتميز كل نطاق بمجموعة خواص للضوء المنعكس أو الحرارة المنبعثة

اهم اقسام الطيف الكهرومغناطيسي المستخدم في علم الاستشعار عن بعد:

Ultraviolet

المجال فوق البنفسجي Ultraviolet:

وهو من أقصر الموجات التي تهم الاستشعار عن بعد لأن الكثير من الأجسام الطبيعية تشع ضوءا مرئيا عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية

مجال الأشعة المرئيةVisible region :

الطول الموجي لنطاق الاشعة المرئية

يتراوح بين (٠,٤ إلى ٠,٧ ميكرومتر) وهذا يعادل (٤٠٠ – ٧٠٠ نانومتر)

ان الضوء الذي تراه اعيننا يدعى بالمجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي

ومن الهام معرفة مدى صغر المجال المرئي مقارنة بغيره

من المجالات و يقسم الى الأقسام التالية :

١- البنفسجي : ٤٠٠-٤٤٦ نانومتر

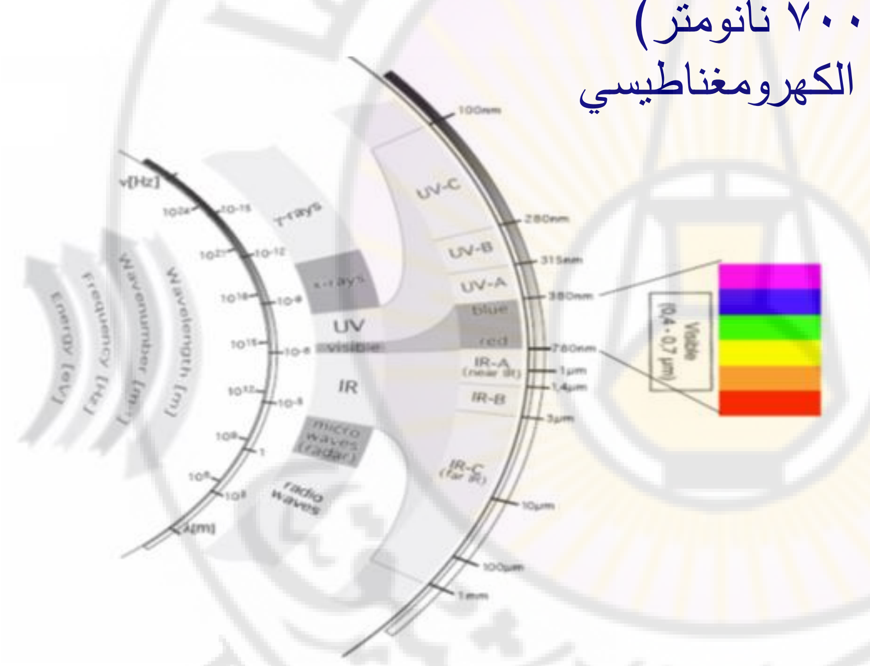
٢- الأزرق : ٤٤٦ – ٥٠٠ نانومتر

٣- الأخضر : ٥٠٠ -٥٧٨ نانومتر

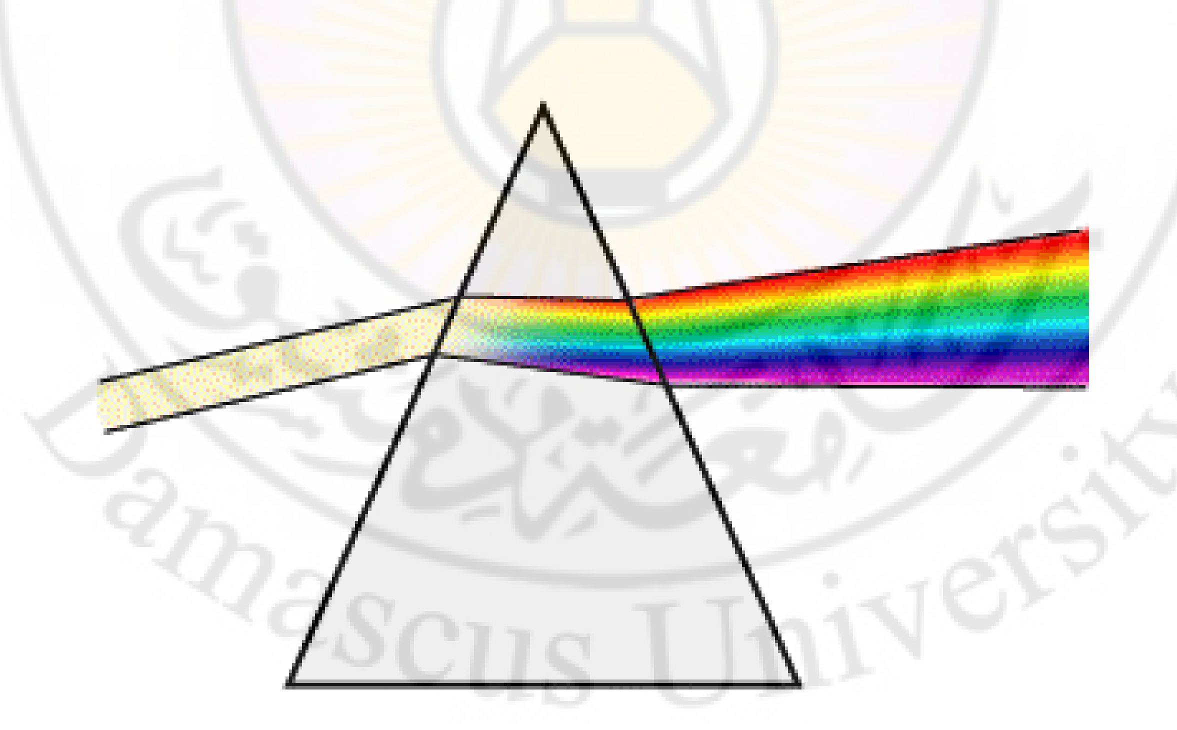
٤- الأصفر : ٥٧٨ -٥٩٢ نانومتر

٥- البرتقالي : ٥٩٢ -٦٢٠ نانومتر

٦- الأحمر : ٦٢٠ – ٧٠٠ نانومتر



ويعتبر الأزرق والأخضر و الأحمر الألوان الرئيسية نظرا لعدم إمكانية تشكيل أي لون من اللونين الآخرين. إلا أن كل الألوان الأخرى يمكن تركيبها من الأزرق و الأخضر و الأحمر.يمكن رؤية مكونات المجال المرئي عند مرور ضوء الشمس عبر الموشور الذي يقسم الأشعة إلى كميات متمايزة حسب طولها الموجي



المجال تحت الأحمر:Infrared

وهو المجال الواقع بين الطول الموجي ٧٠٠ و ١٠٠،٠٠٠ نانومتر، الشكل المجاور وهو أكبر بمائة مرة من المجال المرئي. يقسم المجال تحت الأحمر إلى نوعين حسب خصائص الأشعة في هذا المجال هما:

- الأشعة تحت الحمراء المنعكسة: وهي الأشعة المنعكسة عن الأهداف الطبيعية وتستخدم بنفس طريقة استخدام الأشعة المرئية في تطبيقات الاستشعار عن بعد وهي تغطي المجال من ٧٠٠ إلى ٣٠٠٠ نانومتر أو ٣ ميكرومتر.

- الأشعة تحت الحمراء الحرارية: وهي الأشعة التي تشعها الأجسام الطبيعية على شكل حرارة وبالتالي تختلف عن الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء المنعكسة وتغطي المجال من ٣ إلى ١٠٠ ميكرومتر.

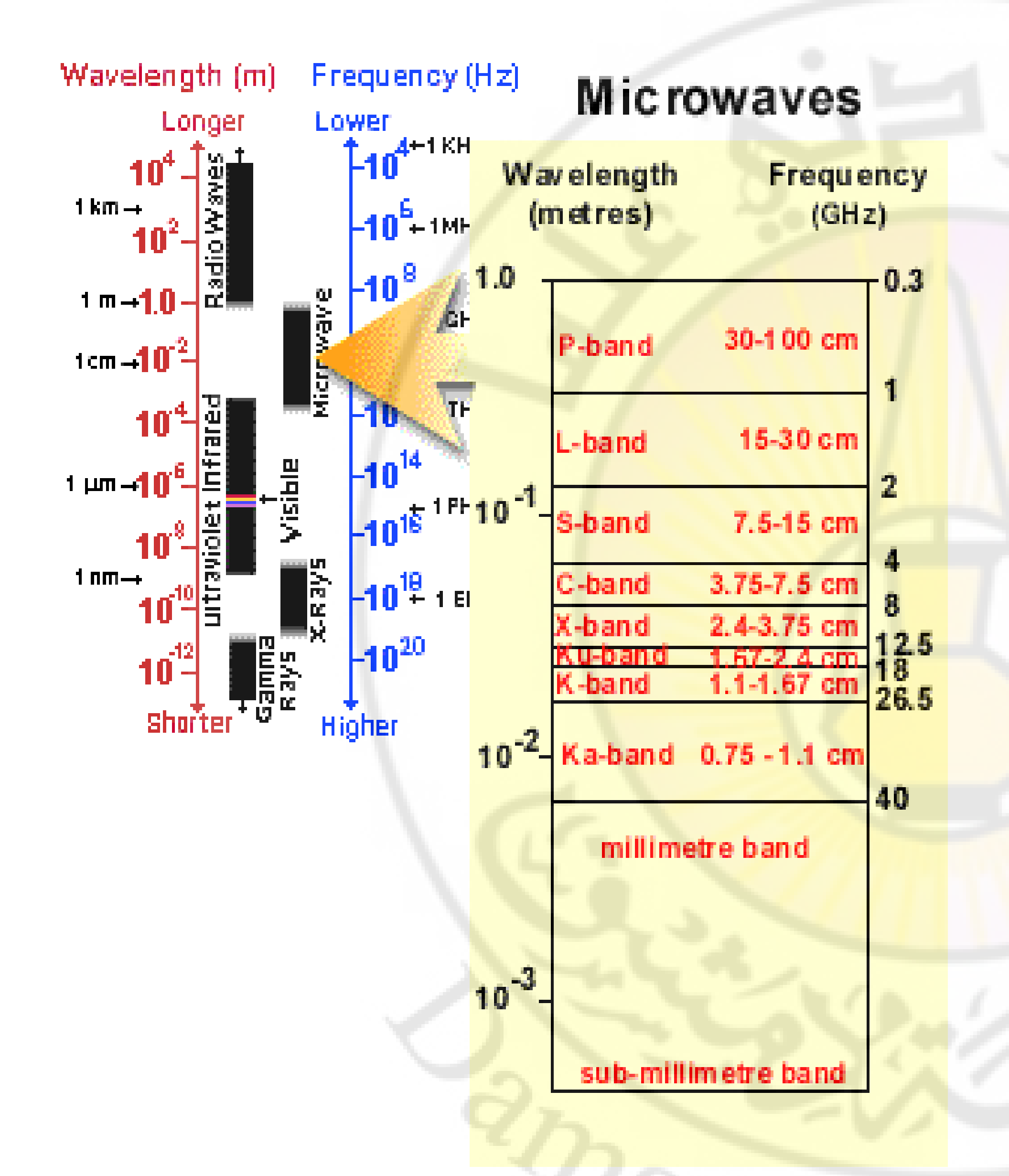
ويقسم المجال تحت الأحمر ايضاً الى ثلاثة اقسام فرعية هي :

١- الاشعة تحت الحمراء القريبة Near Infrared (اشعة منعكسة)

٢- الاشعة تحت الحمراء المتوسطة Middle Infrared (اشعة منبعثة)

٣- الاشعة تحت الحمراء البعيدة Far Infrared (اشعة منبعثة)

و هذه التقسيمات أتت حسب قرب الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء من الطول الموجي للأشعة المرئية



مجال الأمواج الميكروية: Microwaves

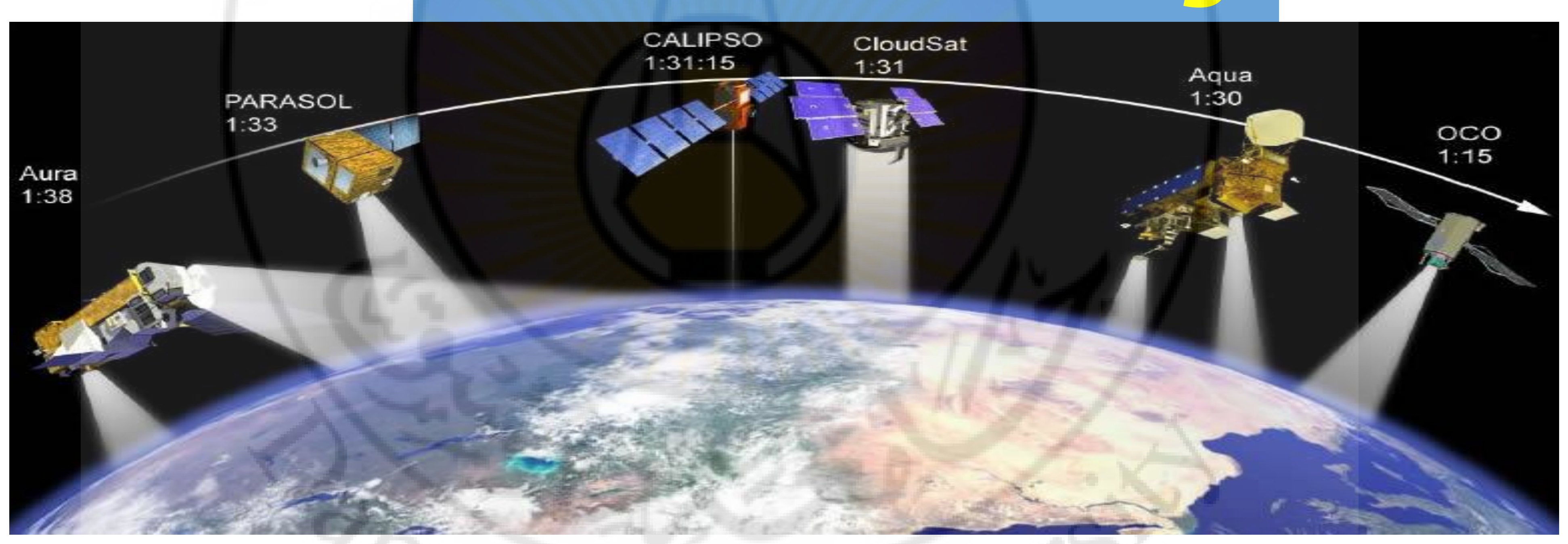
تتراوح الأمواج الميكروية من ١ mm إلى ١ متر .ويعتبر هذا المجال هاما للاستشعار عن بعد.

لانها تستخدم في أجهزة الرادار و الراديومتر

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الثالثة

Remote Sensing



تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي

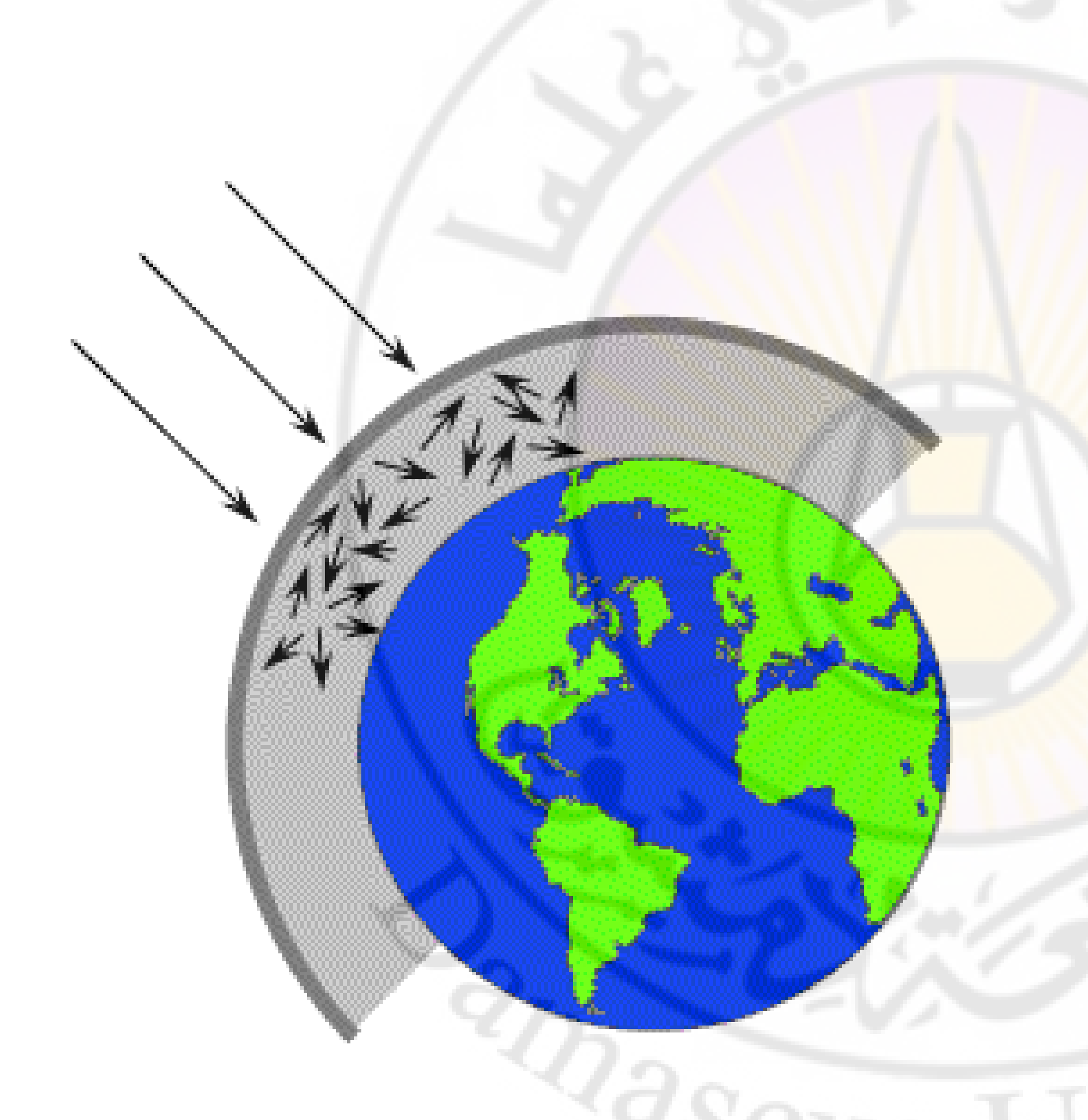
تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع الغلاف الجوي

قبل أن تصل الأشعة (أشعة الشمس أو الأشعة القادمة من أي مصدر طاقة اخر) إلى سطح الأرض لابد أن تمر في الغلاف الجوي، حيث تؤثر عليها غازات وجزيئات الغلاف الجوي (الصلبة و السائلة والغازية) . هذه التأثيرات يمكن أن تعزى لآليتي الانتشار(التشتت) والامتصاص.

التشتت (الانتثار) :

يحدث التشتت عندما تتواجد في الغلاف الجوي جزيئات صلبة أو جزيئات غازية او جزيئات سائلة تؤدي إلى انحراف الأشعة عن مسارها الأصلي . و تتعلق كمية الأشعة المشتتة او المنتثرة تحت تأثير الغلاف الجوي بعدّة عوامل منها:

- كمية (غزارة) الجزيئات و العوالق و الغازات في الغلاف الجوي.
- المسافة التي تقطعها الأشعة ضمن الغلاف الجوي.
- طول موجة الأشعة التي تخترق الغلاف الجوي.



يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التشتت (الانتثار) تحت تأثير الغلاف الجوي هي:

1. تشتت (انتثار) Rayleigh
2. تشتت (انتثار) Mie
3. التشتت (الانتثار) العشوائي Nonselective

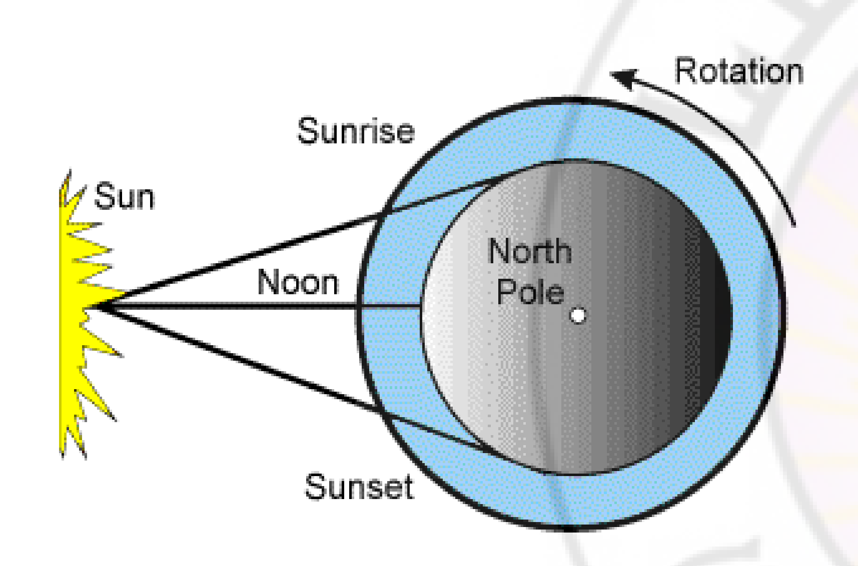
١- تشتت (انتثار) Rayleigh :

وهو يحدث عندما تكون الجزيئات صغيرة الحجم مقارنة بطول موجة الأشعة أي $\alpha<\lambda$

حيث: - λ = طول موجة الاشعة

- α = قطر الجزيئة

مثل الغبار وجزيئات الأوكسجين و الآزوت، هذا النوع من التشتت يعكس عادة الأشعة قصيرة الموجة أكثر من الطويلة و يحدث هذا النوع في طبقات الجو العليا، وهو المسؤول عن ظهور السماء باللون الأزرق(السماوي) لأن الأشعة القصيرة ضمن المجال المرئي (الأشعة الزرقاء و البنفسجية) تتشتت اكثر من الأشعة الطويلة وفقاً لهذا النوع من الانتثار . وكذلك عند ساعة الشروق والغروب تقطع الأشعة مسافة أطول عبر الغلاف الجوي وهذا ما يؤدي إلى تشتت كامل للأشعة القصيرة فالأطول تاركا المجال لوصول كمية كبيرة من الأشعة طويلة الموجة وهي الاشعة الحمراء و البرتقالية وهذا ما يفسر ظهور الأفق بلون احمر برتقالي عند الغروب و الشروق



٢ – تشتت Mie: يحدث هذا النوع عندما تكون أحجام الجزيئات مماثلة لطول موجة الأشعة أي $\lambda = \o$ نتيجة لوجود الغبار وغبار الطلع وبخار الماء وهو يكثر في الجزء السفلي من الغلاف الجوي حيث تكثر الجزيئات الخشنة ويزداد أكثر ما يمكن في الأجواء الغائمة.

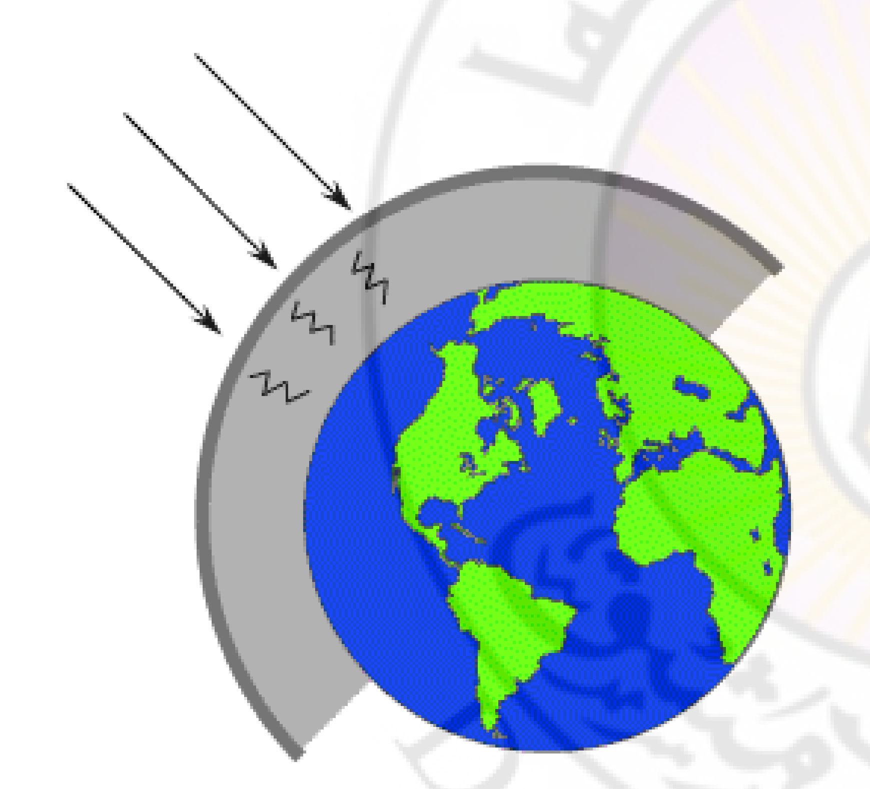
٣ – التشـــــتت (الانتشـــــار) العشـــــوائي

Nonselective: هـذا التشـتت ينـتج عن الجزئيات الأكبر من طول موجة الأشـعة أي $\lambda < a$ مثـل قطـرات الماء والغبار الغليظ، وهو يؤدي إلى انتشار كـل الأشـعة بشـكل متسـاو وهـذا ما يعطـي السـماء اللـون الأبـيض عنـد وجـود الضـباب والغيـوم لأن الأشـعة الخضراء والزرقاء والحمراء تتشتت بشـكل متسـاو، ومـن المعـروف أن اجتمـاع هـذه الألـوان الثلاثـة بشـكل متساو يشكل اللون الأبيض.



الامتصاص:

هو الآلية الثانية من آليات تأثير الغلاف الجوي على الأشعة الكهرومغناطيسية المارة به، حيث تقوم مكونات الغلاف الجوي بامتصاص جزء من الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة، يعتبر الأوزون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء من أكثر عوامل امتصاص الأشعة في الغلاف الجوي.



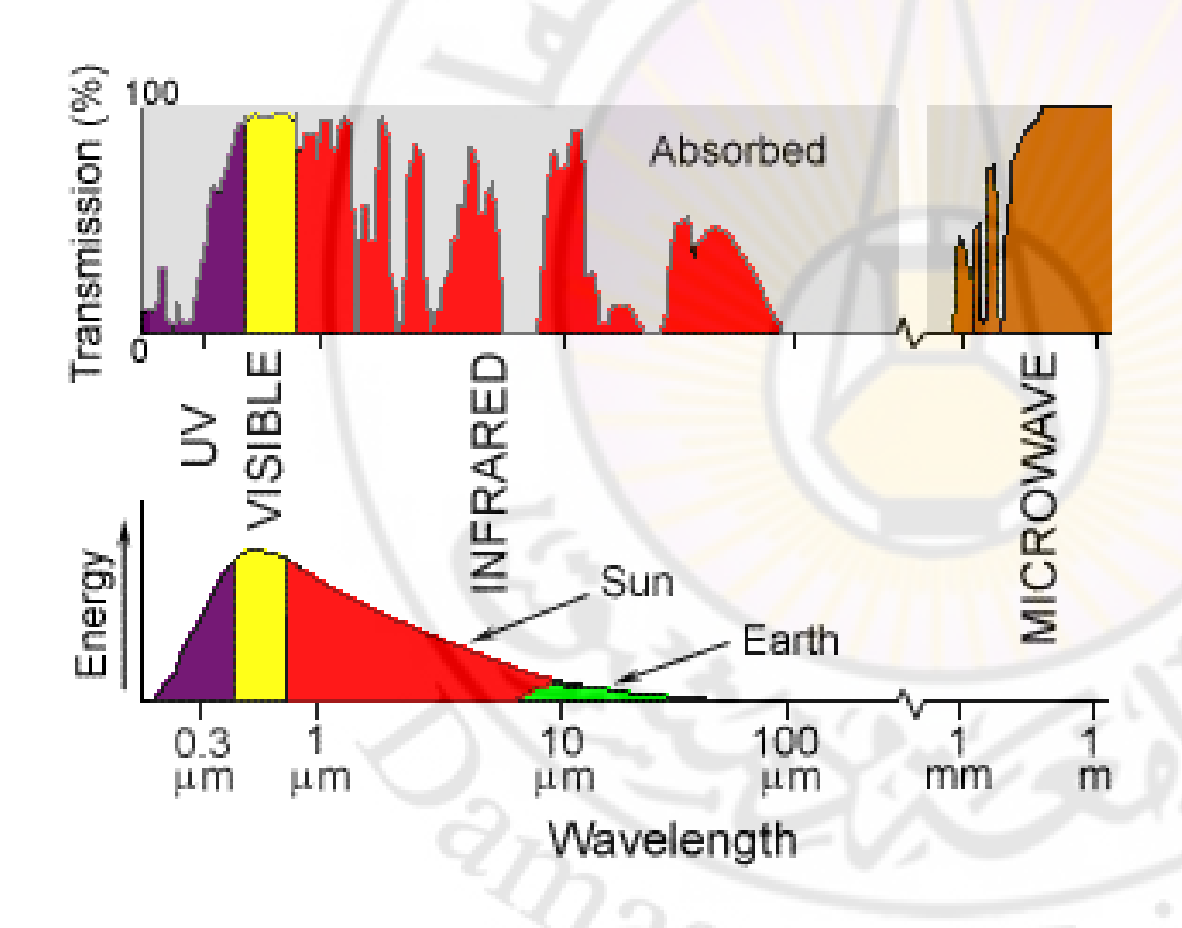
الأوزون: يقوم بامتصاص الأشعة الضارة (فوق البنفسجية) ولولا وجود الأوزون لانعدمت الحياة على سطح الأرض.

ثاني أوكسيد الكربون: يمتص هذا المركب الأشعة الطويلة ذات الطابع الحراري الناتج عن التسخين وبالتالي فإن أشعة الشمس تخترقه بسهولة بينما الأشعة طويلة الموجة المنعكسة عن سطح الأرض يمتصها مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة الأرض وهذه الظاهرة تدعى ظاهرة الدفيئة.

النوافذ: تمتص الغازات الطاقة ليس على طول الطيف الكهرومغناطيسي بل في أجزاء محددة منه و هذا ما يدعونا إلى البحث عن تلك الأجزاء من الطيف الكهرومغناطيسي التي لا تتأثر بالغلاف الجوي (أي لا تتأثر بالانتثار و الامتصاص) لاستخدامها في الاستشعار عن بعد، هذه الأجزاء ندعوها نوافذ الغلاف الجوي.

نجد أن إحدى النوافذ هي المجال المرئي الذي يتصف من جهة بأن مستوى الطاقة الصادرة عن أشعة الشمس تكون فيه اكبر ما يمكن ومن جهة أخرى فإن امتصاص الغلاف الجوي في هذا المجال يمكن إهماله.

يمكن أن نلاحظ أيضا أن الانبعاثات الحرارية الناتجة عن سطح الأرض عند الطول الموجي ١٠ ميكرومتر(في المجال الحراري تحت الأحمر) يمكن اعتباره نافذة في الغلاف الجوي. بالإضافة الى الجزء القريب من الاشعة تحت الحمراء



بينما نجد أن أعرض نافذة تقـع عنـد الأطـوال الموجية الأكبر من

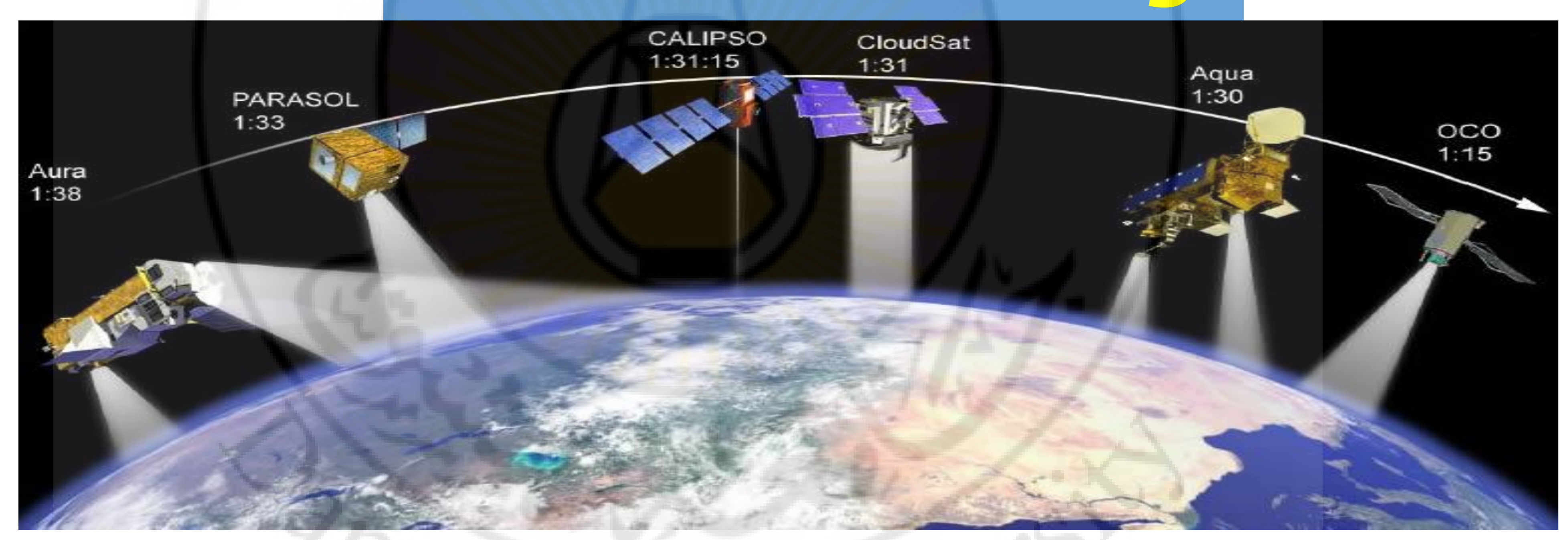
1 مم وهو ما يتوافق مع الأمواج الميكروية.

أي ان اشـعة المـايكروويف كلها تعتبر نافذة .

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الرابعة

Remote Sensing



تفاعلات الأشعة الكهرومغناطيسية مع مكونات سطح الأرض (الأهداف و الظواهر)

تفاعلات الأشعة الكهرومغناطيسية مع سطح الأرض

عند سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على سطح الأرض يحدث لها التالي:

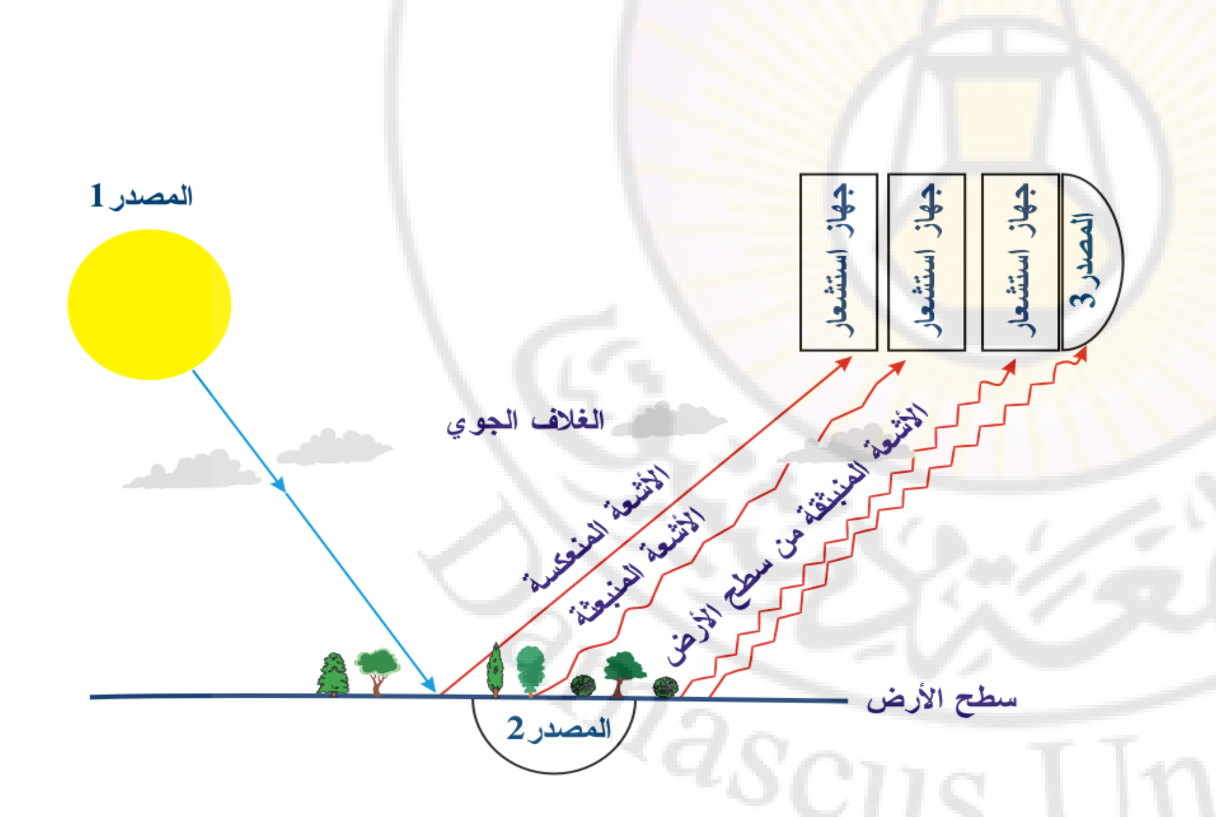
١- امتصاص للأشعة (Absorption)

٢- انبعاث (Emission source)

٣- انعكاس (Reflection)

٤- نفاذ (Transmission)

٥- تشتت (Scattering)



تفاعلات الطاقة مع معالم سطح الأرض

Energy Interaction with Earth Surface Features

عندما ترد طاقة كهرومغناطيسية على معلم أرضي محدد يمكن ملاحظة ثلاثة تفاعلات أساسية للطاقة مع هذا المعلم.

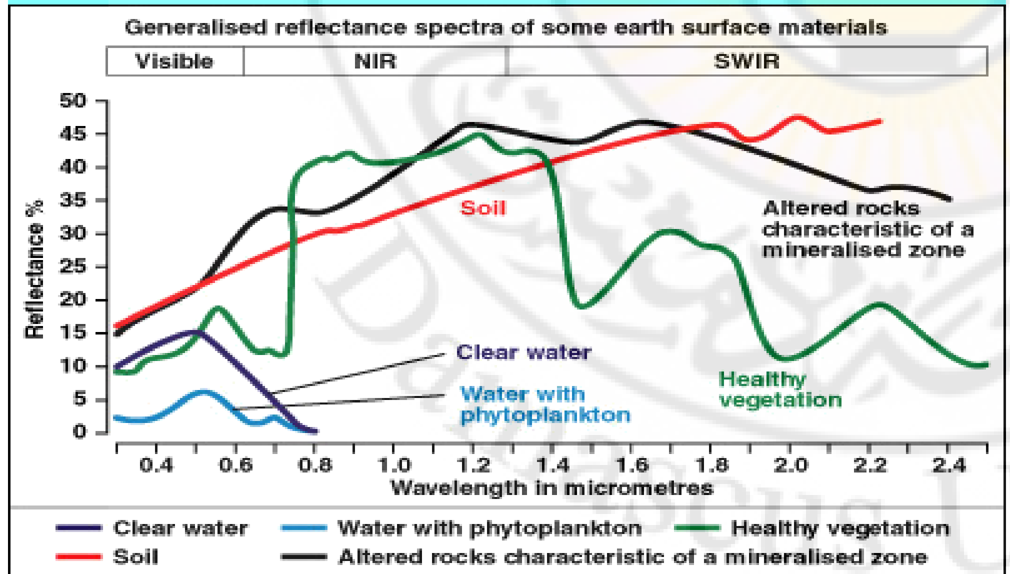
أن جزءاً من الطاقة الواردة ينعكس وجزء آخر يمتص وينفذ جزء ثالث فإذا طبقنا مبدأ حفظ الطاقة أمكننا صياغة العلاقة بين هذه التفاعلات الثلاث للطاقة كما يلي:

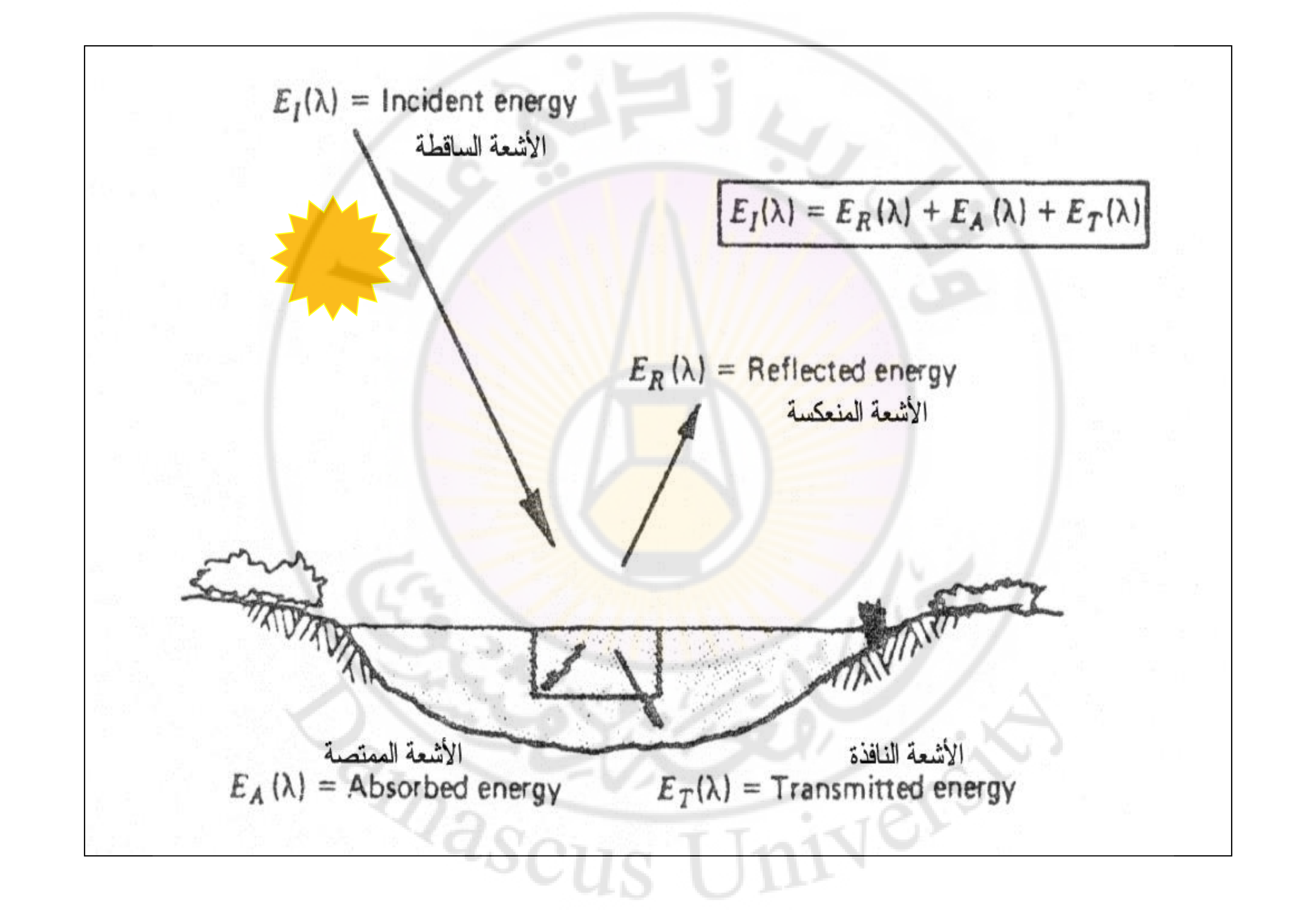
$$EI = ER + EA + ET$$

حيث ترمز EI إلى الطاقة الواردة و ER إلى الطاقة المنعكسة وEA إلى الطاقة الممتصة و ET إلى الطاقة النافذة، علماً أن كل مركبات الطاقة هي تابعة لطول الموجة

تفاعل الطاقة الكهرومغناطيسية مع مادة سطح الأرض

- عند سقوط الإشعاع الكهرومغناطيسي على مادة سطح الأرض فإنه يتفاعل معها بثلاثة طرق هي: الإمتصاص Absorption، المرور Transmission، والإنعكاس Reflection.
- بيانات الإستشعار من بعد هي تسجيل الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن سطح الأرض.
- لكل مادة في الكون نمط مميز من الإشعاعات المنعكسة يطلق عليه أسم البصمة الطيفية Spectral Signature.
- تستخدم البصمة الطيفية لتمييز مختلف مواد سطح الأرض عن بعضها البعض.



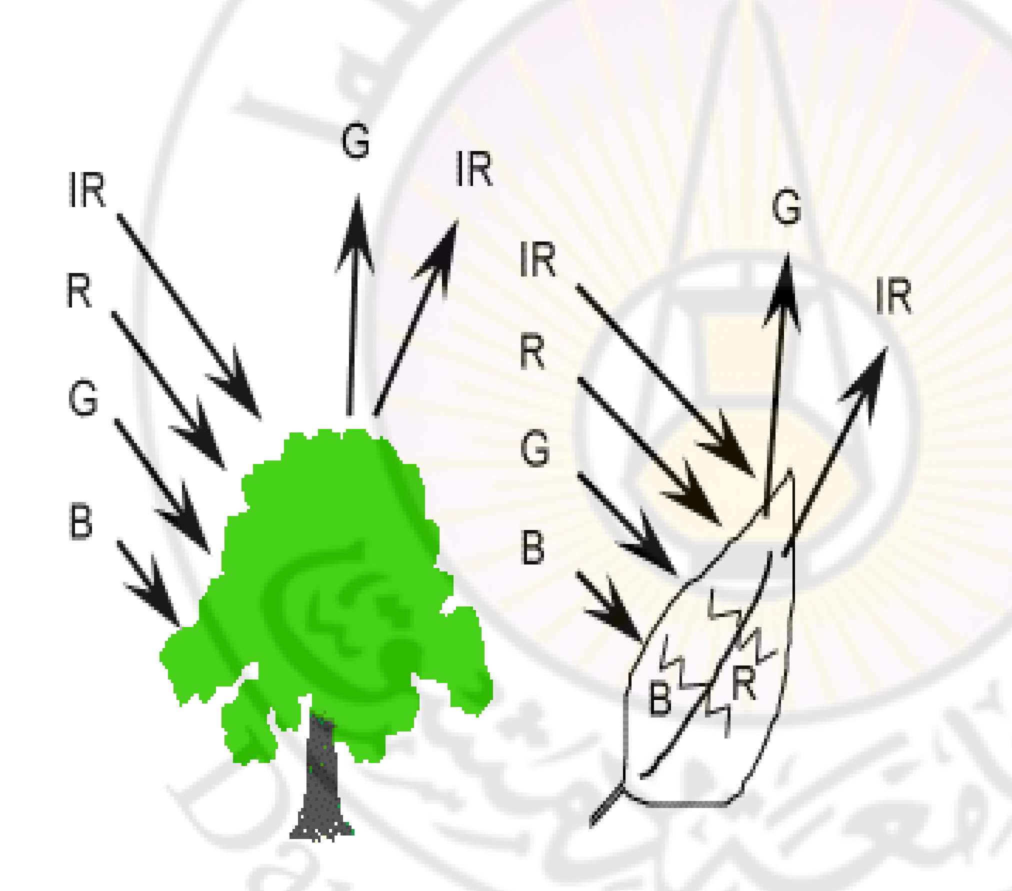

$E_I(\lambda)$ = Incident energy
الأشعة الساقطة
$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) + E_A(\lambda) + E_T(\lambda)$
$E_R(\lambda)$ = Reflected energy
الأشعة المنعكسة
الأشعة الممتصة
$E_A(\lambda)$ = Absorbed energy
الأشعة النافذة
$E_T(\lambda)$ = Transmitted energy

ولخصائص الأشعة المنعكسة من معالم سطح الأرض شأن كبير جداً لأن كثيراً من أجهزة الاستشعار عن بعد تعمل في مناطق الموجات التي تسيطر عليها الطاقة المنعكسة لذلك كان من المفيد أن نفكر في علاقة توازن الطاقة الواردة في المعادلة السابقة بالشكل التالي:

$$ER = EI - (EA + ET)$$

أي أن الطاقة المنعكسة تساوي الطاقة الواردة على معلم ما من معالم سطح الأرض مطروحاً منها الطاقة الممتصة أو النافذة.

وللشكل الهندسي للجسم الذي يعكس الطاقة شأن كبير أيضاً والمقصود هنا بالدرجة الأولى خشونة سطح الجسم فالعواكس الملساء specular reflectorsهي سطوح مستوية كالمرآة تتساوى فيها زاويتا الورود والانعكاس، أما العواكس الناثرة diffuse reflectors (أو اللمبرتية lambertian) فهي سطوح خشنة تعكس الأشعة في جميع الاتجاهات ومعظم السطوح الأرضية ليست سطوح ملساء بشكل مطلق كما أنها ليست سطوحاً ناثرة وإنما هي سطوح متوسطة بين هذين الحدين الأعظمين.



إن الأشـــعة التـــي لا تمتص من قبل الغلاف الجـوي أو تتشتت فيـه تصل إلى سطح الأرض وتتفاعـل مـع الأهـداف الأرضية وهنا يمكن أن نميز ثـلاث حـالات مـن تفاعل الأشعة السـاقطة مـع الأجسـام المنتشـرة على سطح الأرض كما اوضحنا سابقاً



١. الامتصـــــــاص (A): حيـث يقـوم الهـدف بامتصــاص الأشــعة إلى داخله.

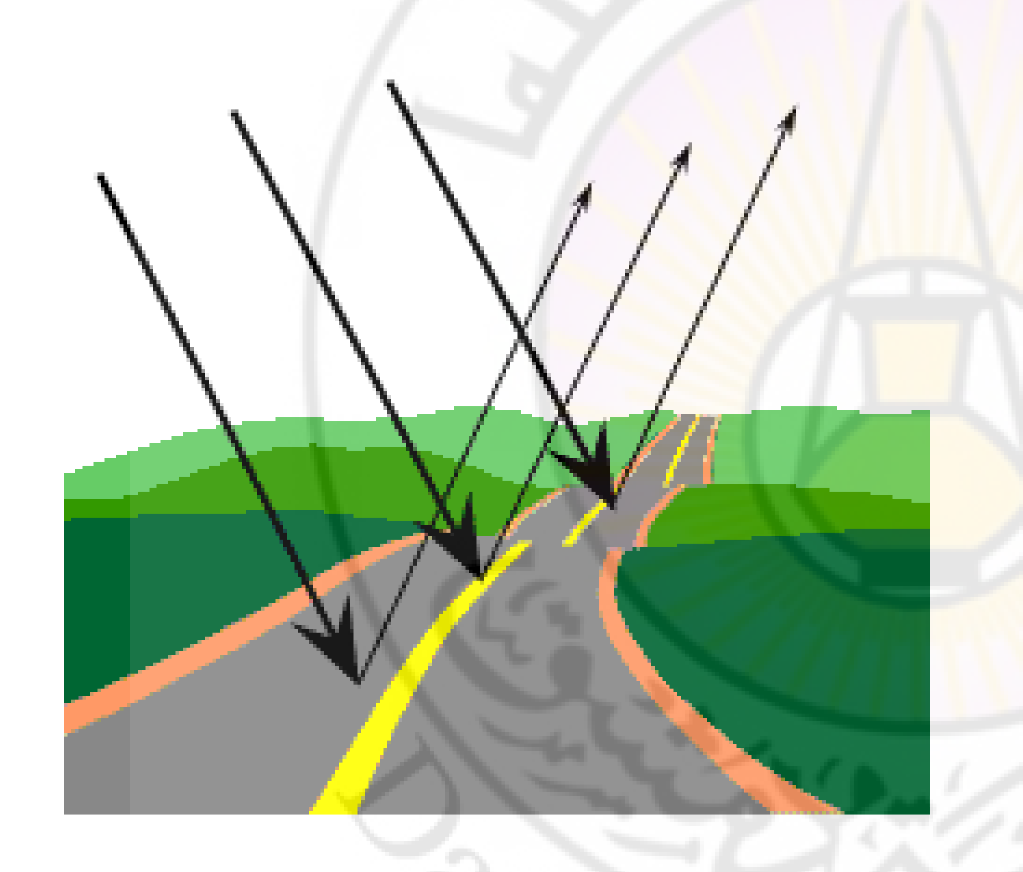
٢. النفاذ الاختراق (T): تنتقـل الطاقــة عبـر الجسم.

٣. الانعكاس (R): عندما يقـوم الهـدف بعكـس الأشـعة إلــى الغـلاف الجوي.

تعتمد كمية كل من الأنواع الثلاثــة علــى طـول الموجة ومادة الهدف وظروفه.

إن الانعكاس هو ما يهمنا في الاستشعار عن بعد ويمكن أن نميز نوعين من الانعكاس:

١. الانعكاس المنظاري أو المرآتي (Specular)
٢. الانتثار(DIFFUSE)



الانعكـــــاس المنظـــــاري أو المرآتـــــي(Specular):

وهو ارتـداد معظـم الأشـعة عـن سـطح الجسـم وفـق زاويـة واحـدة،أي زاويـة الـورود تسـاوي زاويـة الانعكاس.



الانتثار(DIFFUSE):

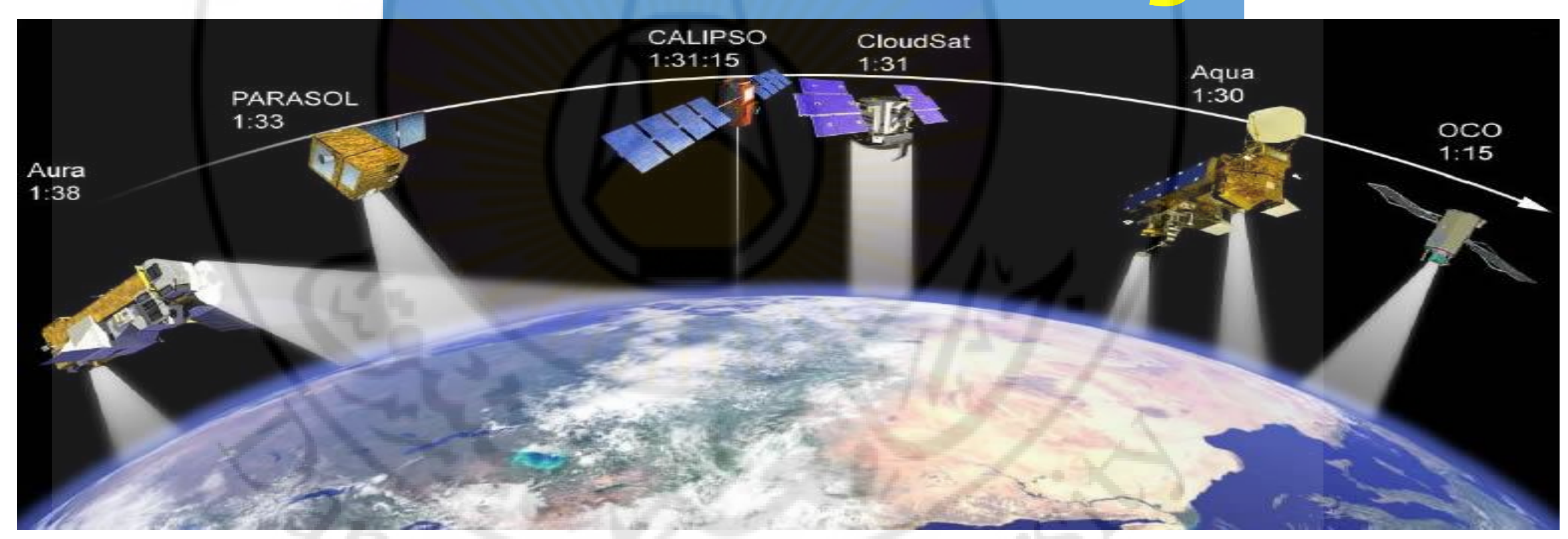
تحدث عندما يكون السطح خشنا، عندها ترتد الأشعة في كل الاتجاهات تقريبا.

تقع الأجسام من حيث صفاتها الانعكاسية بين الانعكاس الكامل والانتشار الكامل وهذا يعتمد على خشونة السطح مقارنة بطول موجة الأشعة الساقطة عليه فبعض الأجسام تنشر الأمواج القصيرة وتعكس الطويلة منها . ولتوضيح ذلك نورد بعض الأمثلة في المحاضرة القادمة .

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الخامسة

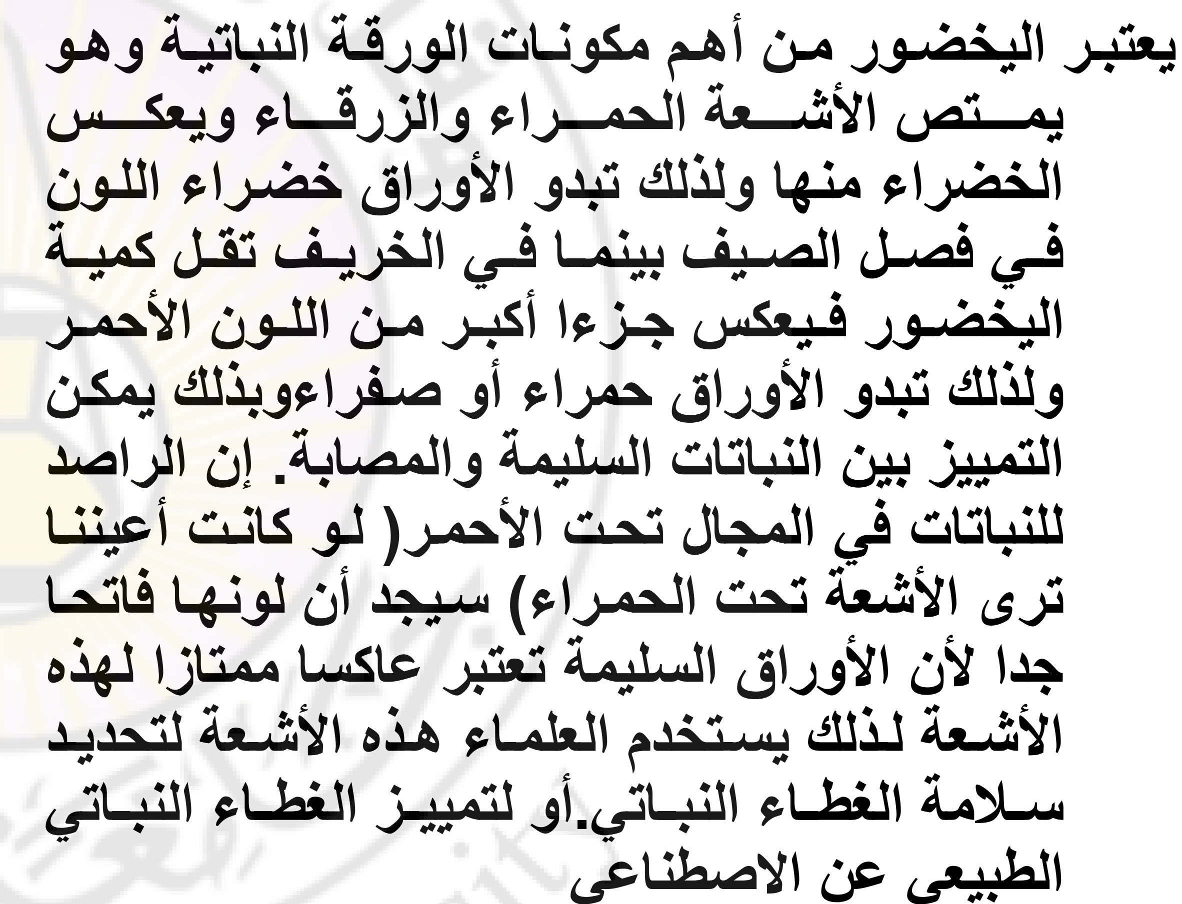
Remote Sensing



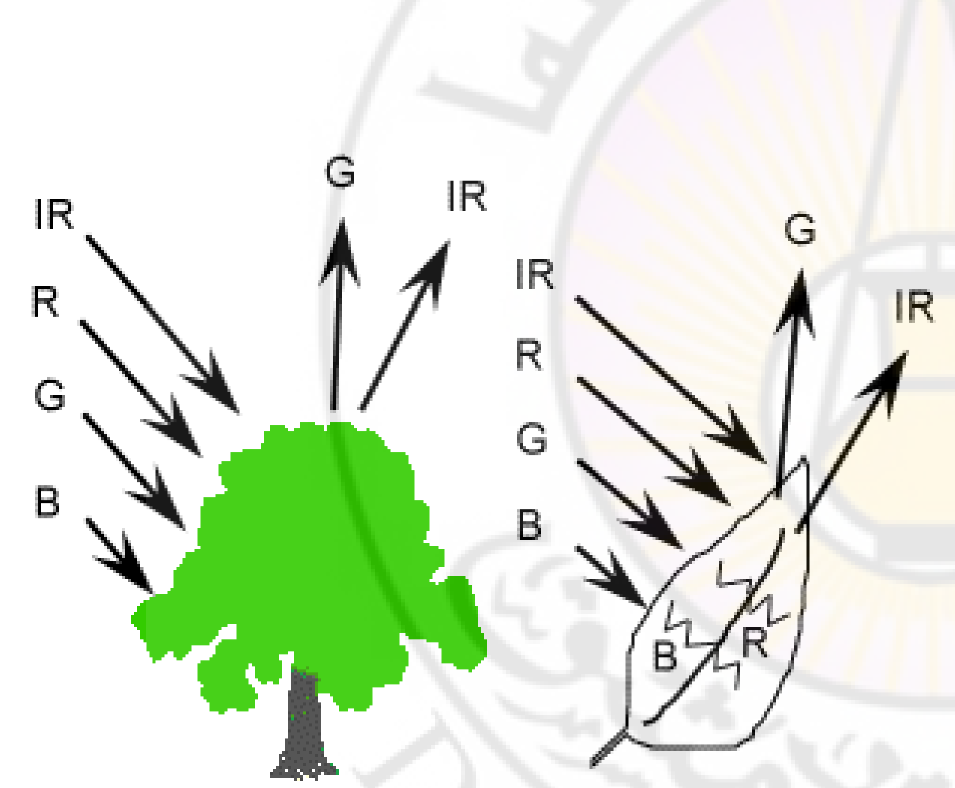
تفاعلات الأشعة الكهرومغناطيسية مع مكونات سطح الأرض
امثلة على التفاعل مع الأهداف على سطح الأرض

تفاعل الأشعة مع الأهداف

الأوراق النباتية:



يعتبر اليخضور من أهم مكونات الورقة النباتية وهو يمتص الأشعة الحمراء والزرقاء ويعكس الخضراء منها ولذلك تبدو الأوراق خضراء اللون في فصل الصيف بينما في الخريف تقل كمية اليخضور فيعكس جزءا أكبر من اللون الأحمر ولذلك تبدو الأوراق حمراء أو صفراءوبذلك يمكن التمييز بين النباتات السليمة والمصابة. إن الراصد للنباتات في المجال تحت الأحمر(لو كانت أعيننا ترى الأشعة تحت الحمراء) سيجد أن لونها فاتحا جدا لأن الأوراق السليمة تعتبر عاكسا ممتازا لهذه الأشعة لذلك يستخدم العلماء هذه الأشعة لتحديد سلامة الغطاء النباتي.أو لتمييز الغطاء النباتي الطبيعي عن الاصطناعي



نموذج لتفاعل الطاقة مع مواد سطح الأرض - النبات

الأوراق النباتية:

- **يعتبر اليخضور** (الكلوروفيل) **من أهم مكونات الورقة النباتية**، ونتيجة لوجوده في النباتات فإن النباتات تمتص الأطوال الموجية الحمراء والزرقاء، ويرتد عنها الطول الموجي الأخضر ومن ثم تظهر خضراء للعين.
- في أوقات الصيف والربيع تكون كمية الكلوروفيل أقصى ما يكون، مما يعني إمتصاص كامل للأطوال الموجية غير الأخضر ولهذا يظهر لون النبات أخضر زاهي.
- في أوقات الخريف والشتاء تقل

كمية الكلوروفيل نتيجة لهرم وموت الصانعات اليخضورية

لذلك تقل

الكمية الممتصة من اللون

الأحمر وتبدأ في الإنعكاس،

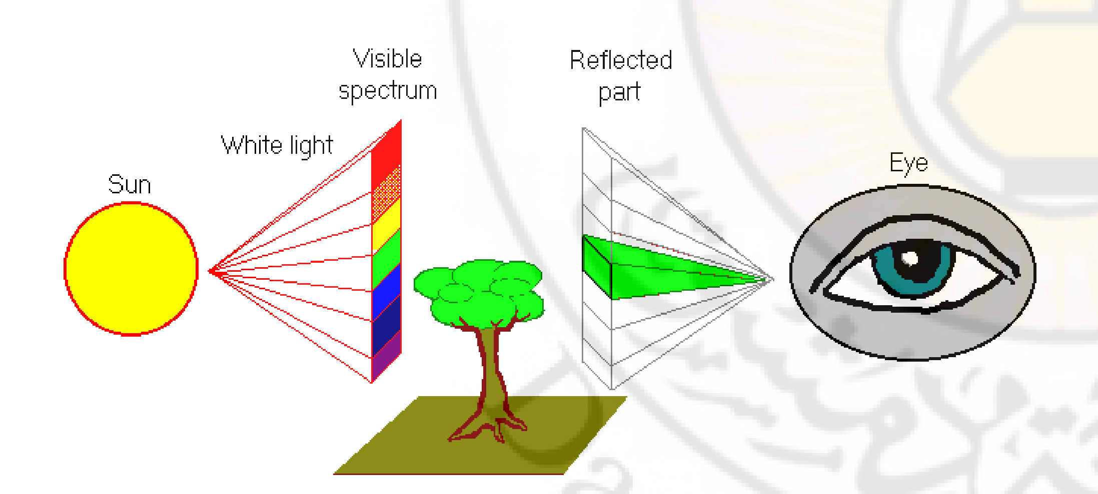
لذلك تظهر النباتات باللون

الأصفر (الأحمر والأخضر المصفر).

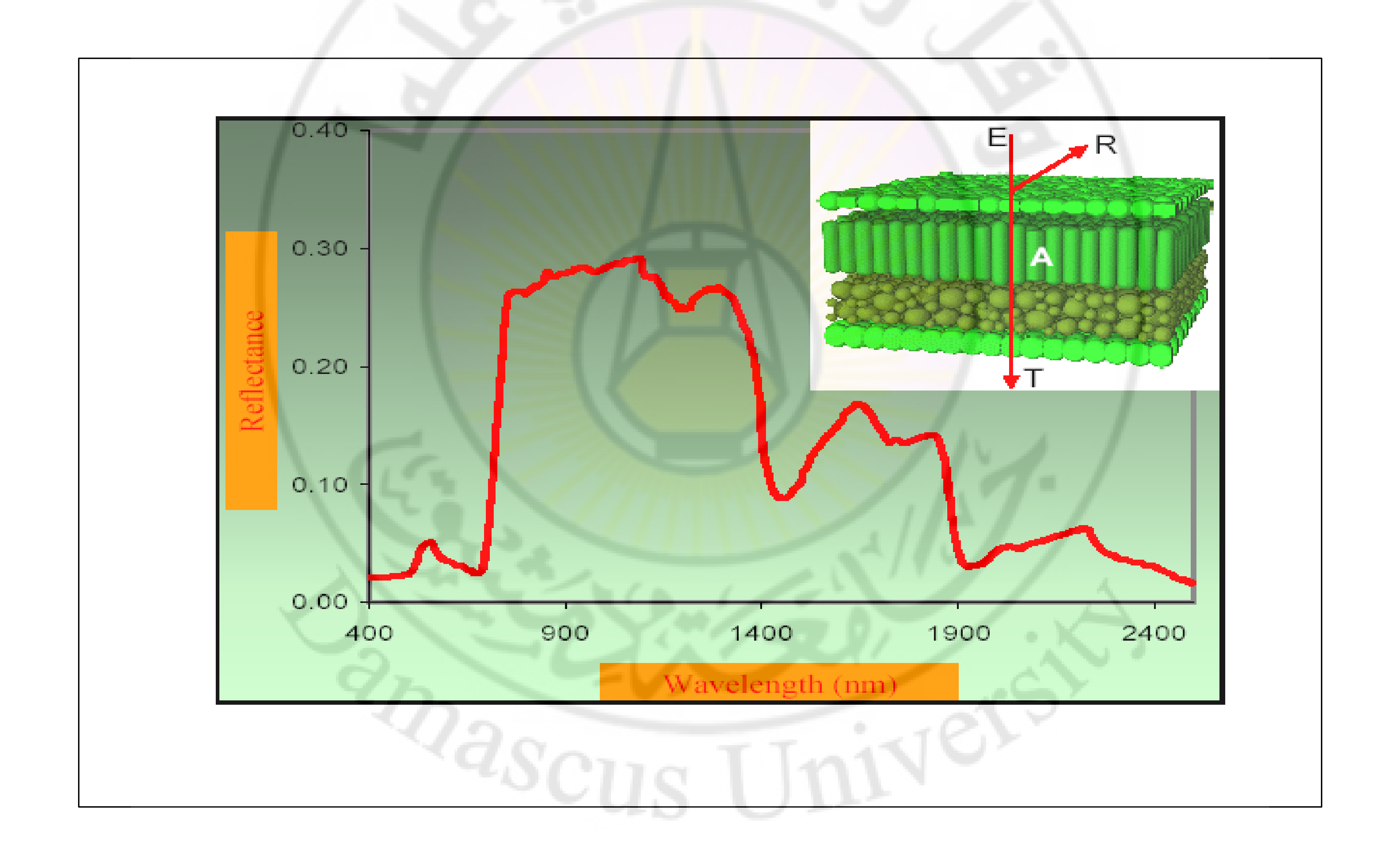
وبذلك يمكن التمييز بين النباتات

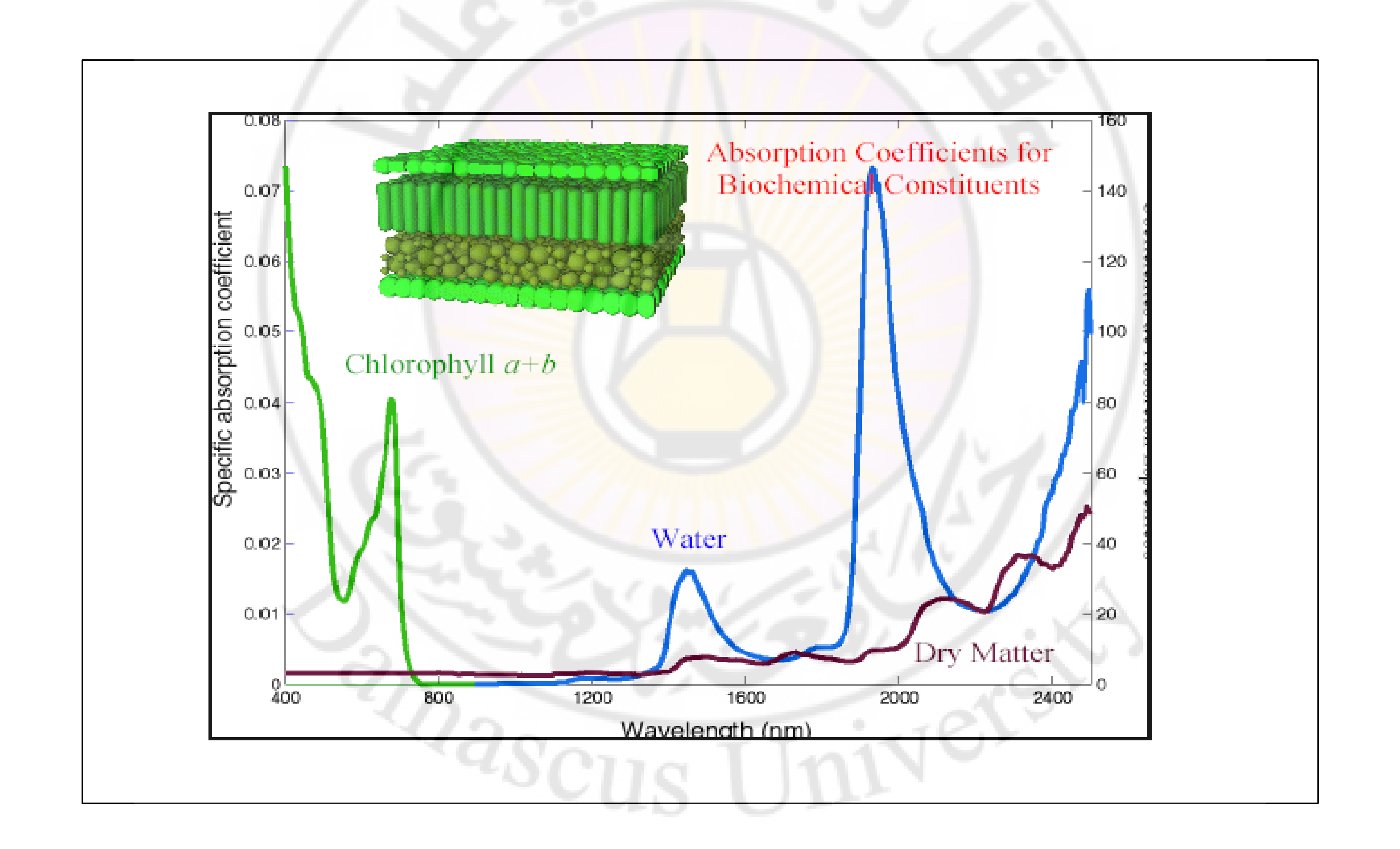
السليمة والمصابة.

Reflection of colours



E. L.

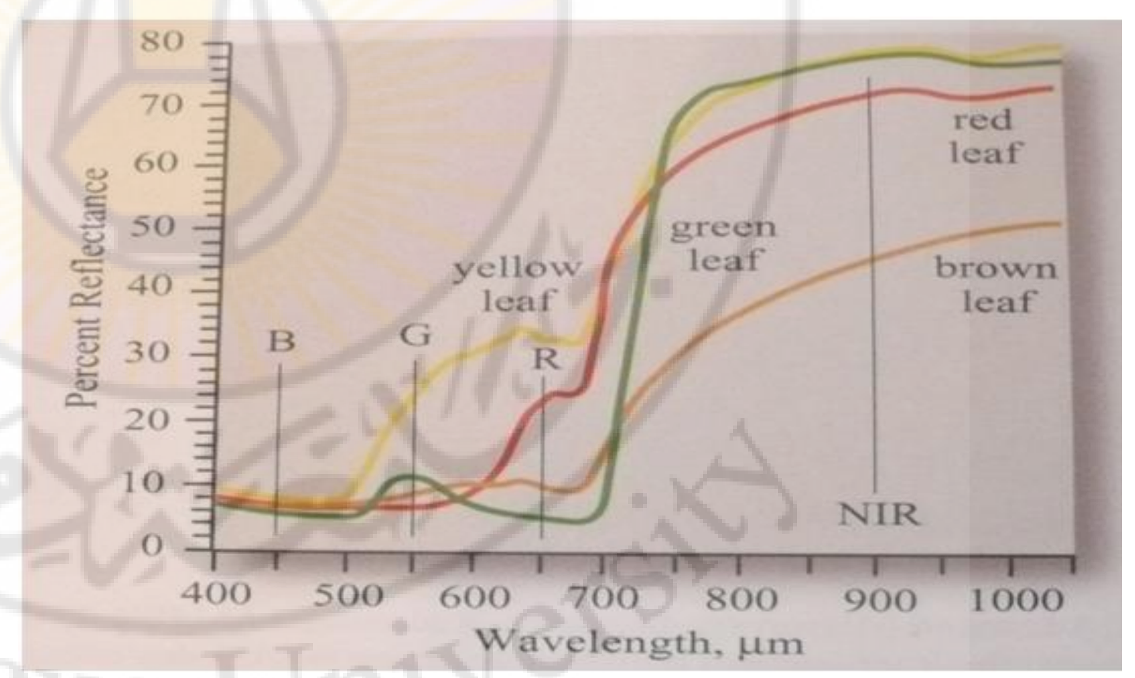

0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
Reflectance
400
900
1400
1900
2400
Wavelength (nm)
E
R
A
T



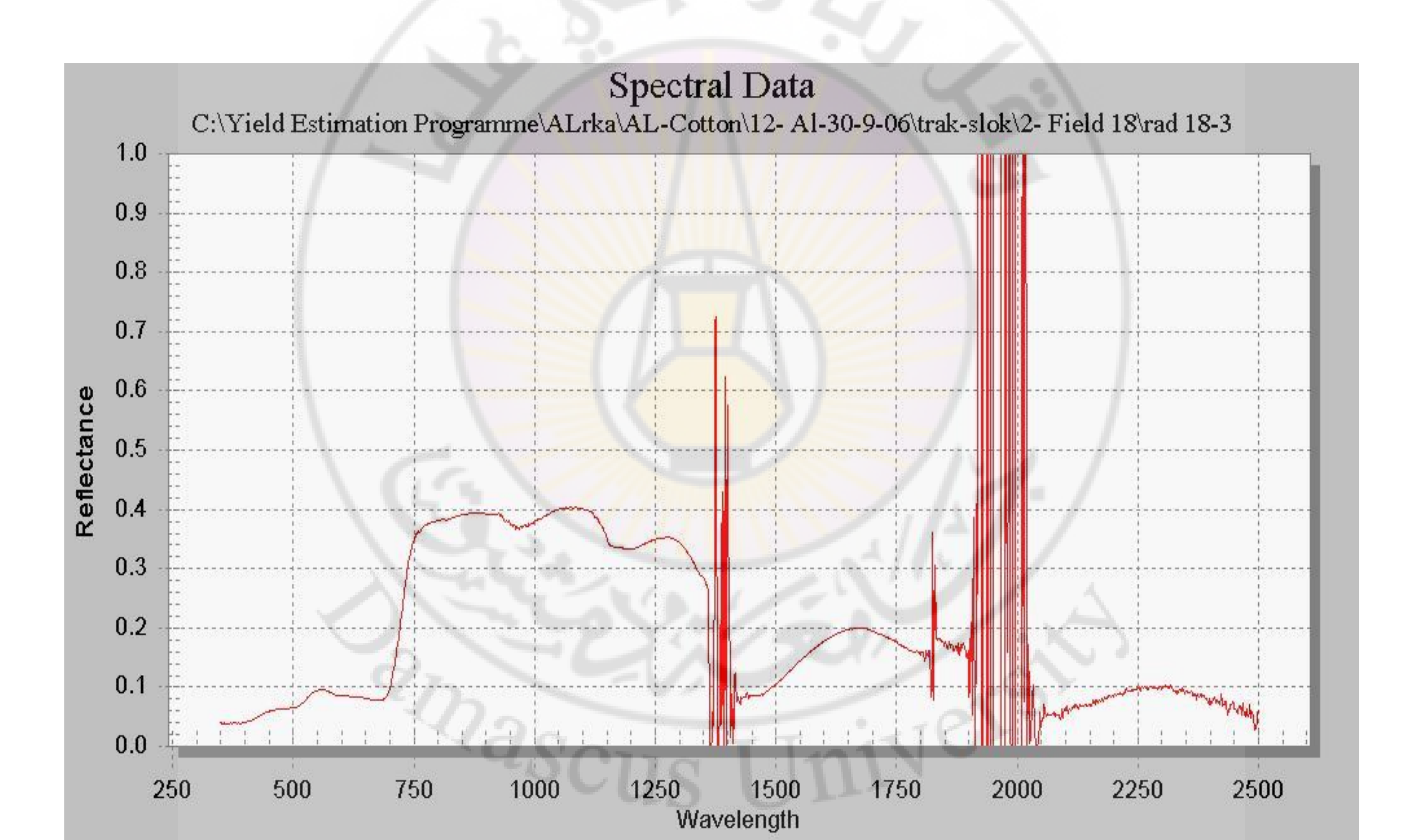
Absorption Coefficients for
Biochemical Constituents
Chlorophyll $a+b$
Water
Dry Matter
Specific absorption coefficient
Wavelength (nm)
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
400
800
1200
1600
2000
2400
160
140
120
100
80
60
40
20
0

إن الراصد للنباتات في المجال تحت الأحمر(لو كانت أعيننا ترى الأشعة تحت الحمراء) سيجد أن لونها فاتحا جدا لأن الأوراق السليمة تعتبر عاكسا ممتازا لهذه الأشعة لذلك يستخدم العلماء هذه الأشعة لتحديد سلامة الغطاء النباتي.أو لتمييز الغطاء النباتي الطبيعي عن الاصطناعي





المنحنى الطيفي للنبات



يمكن إعطاء مثالا عن آلية استخدام الصور تحت الحمراء في تحديد مدى سلامة الغطاء النباتي.

الصورة (١) التقطت في المجال المرئي تبدو النباتات باللون الأخضر، وكذلك تبدو أرضية ملعب كرة القدم.

الصورة (٢) التقطت في المجال تحت الأحمر تبدو النباتات باللون الأحمر، لكن أرضية ملعب كرة القدم لا تبدو كذلك لماذا؟.

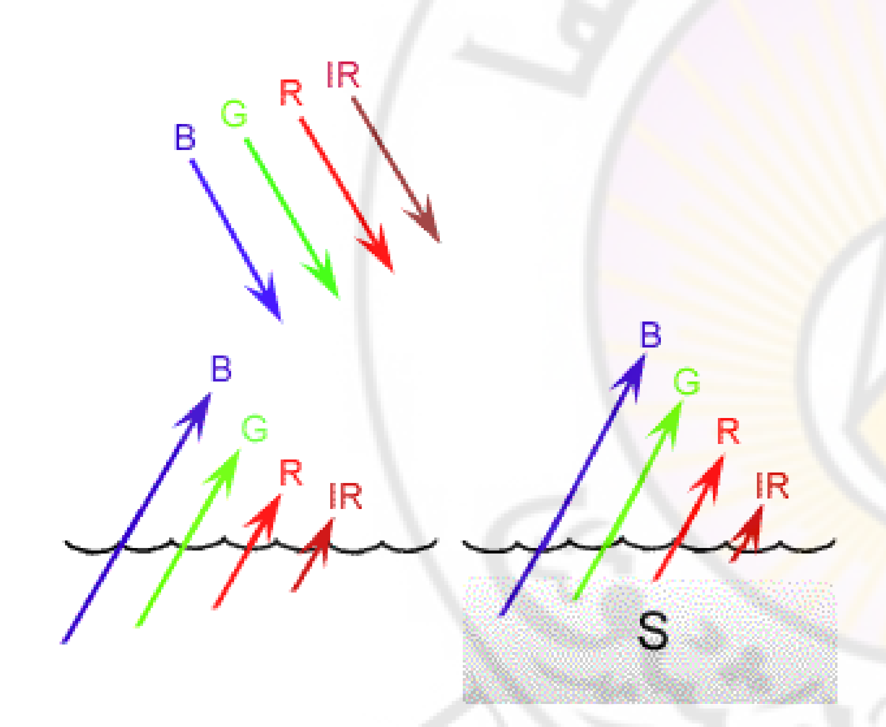
١

٢

الماء:

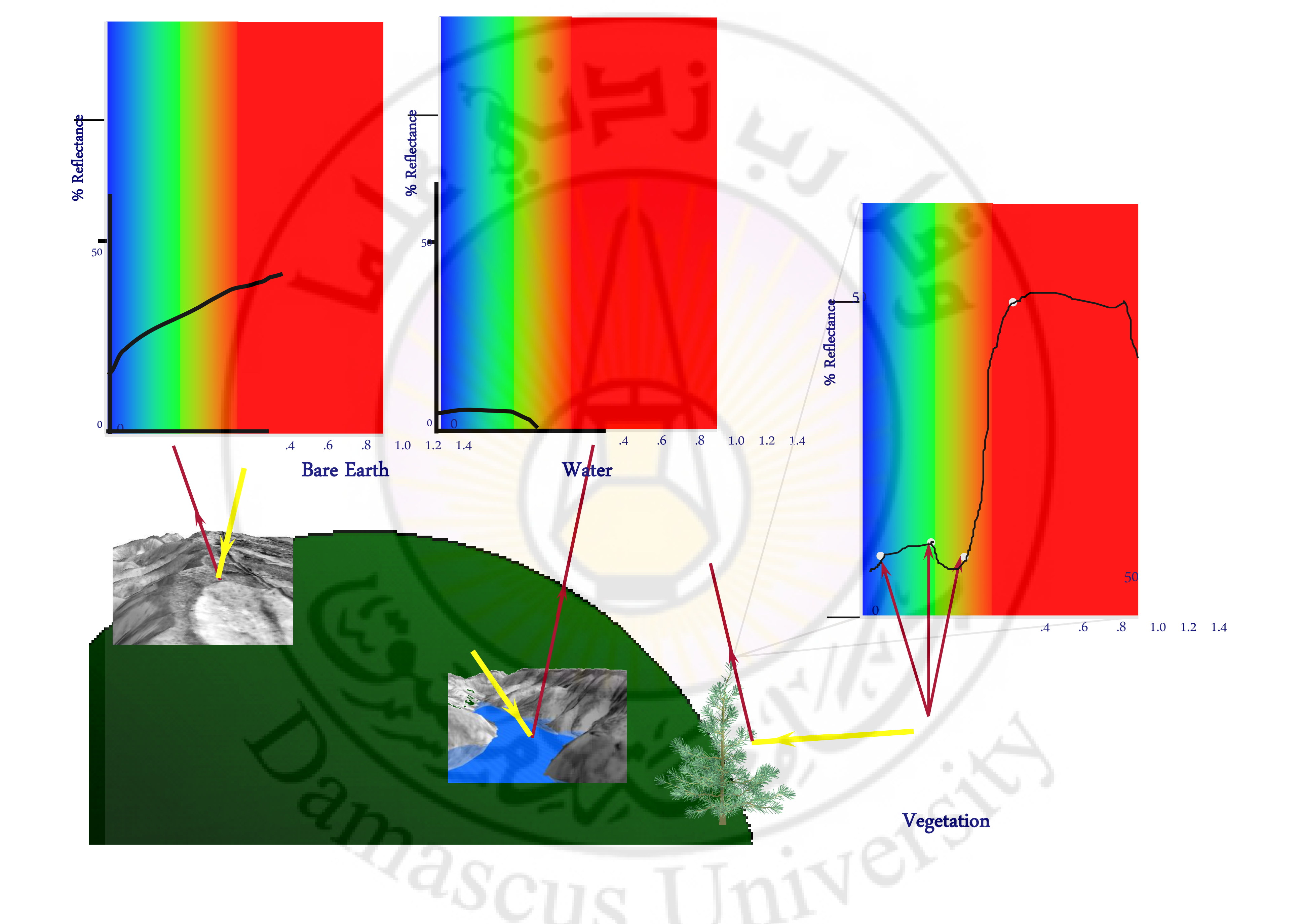
يمتص الماء الأشعة المرئية الطويلة والأشعة تحت الحمراء القريبة بدرجة أكبر من الأشعة المرئية القصيرة، لذلك ترى المياه عادة باللون الأزرق أو اللون الأزرق المخضر حسب شدة انعكاس الأشعة قصيرة الموجة. المياه العكرة(نتيجة وجود المعلقات الناتجة عن الطمي الناعم) في أجزائها العلوية تبدو بلون أفتح من المياه النقية لأن العكارة تعكس الأشعة الطويلة بشكل أفضل، إلا أنه لا يمكن تمييز المياه العكرة عن المياه النقية الضحلة نظرا لتشابه الحالتين.

إن وجود اليخضور في الطحالب المائية يؤدي إلى امتصاص أكبر للأشعة الزرقاء فتظهر المياه باللون الأخضر. تلعب الصفات السطحية للمياه (الخشونة، النعومة، المواد الطافية، ....) دورا كبيرا في تعقيد عملية تفسير خصائص المياه بواسطة الاستشعار عن بعد.



الاستجابة الطيفية :Spectrometric

يمكن القول من خلال الأمثلة السابقة أن طبيعة ظهور هدف ما (لونه مثلا) يعتمد على صفات الهدف (طبيعة السطح، صفات فيزيائية، صفات كيميائية) وعلى طول الأشعة المستخدمة في المراقبة (الإضاءة)، وبالتالي تتمايز الأهداف المختلفة عن بعضها البعض بما يدعى الاستجابة الطيفية للهدف. يمكن مراقبة صفات كل هدف (الامتصاص، الانتقال، الانعكاس) عن طريق رصد خصائصه الانعكاسية على طول الطيف الكهرومغناطيسي وبالتالي يمكن استخدام الأشعة المنعكسة في تمييز الأهداف عن بعضها البعض بطبيعة ونوع وشدة الأشعة المنعكسة عنها.

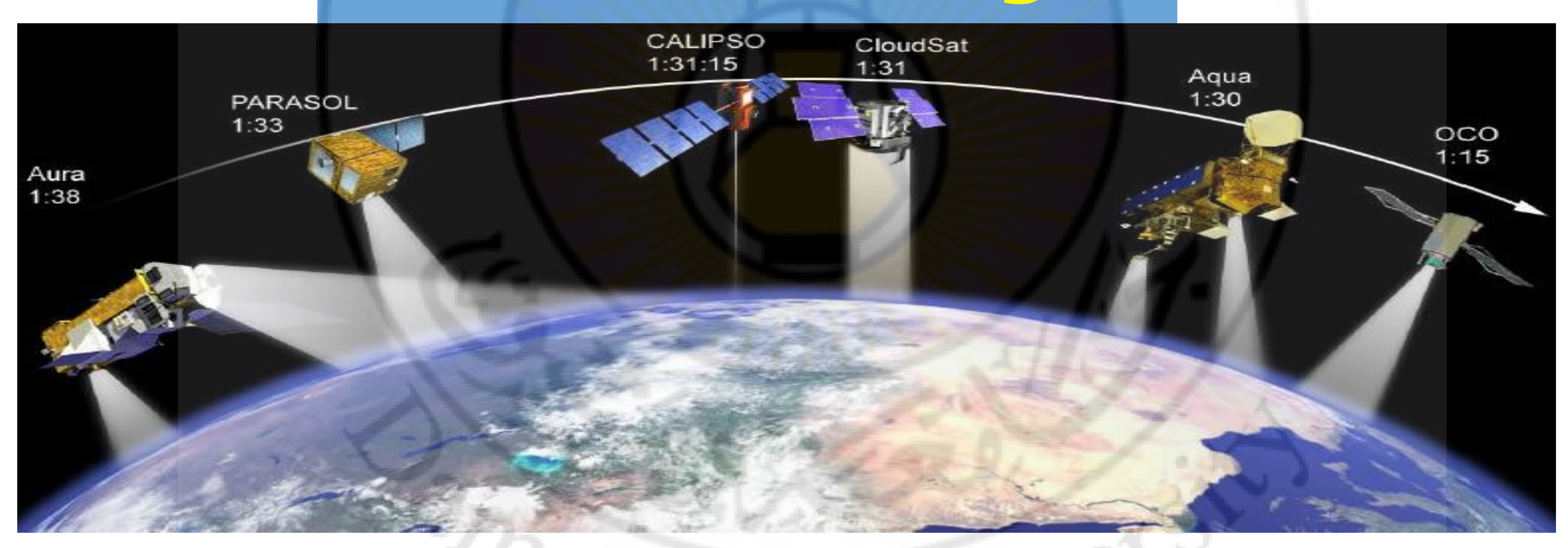


% Reflectance
50
0
.4
.6
.8
1.0
1.2
1.4
Bare Earth
% Reflectance
50
0
.4
.6
.8
1.0
1.2
1.4
Water
% Reflectance
50
0
.4
.6
.8
1.0
1.2
1.4
Vegetation

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

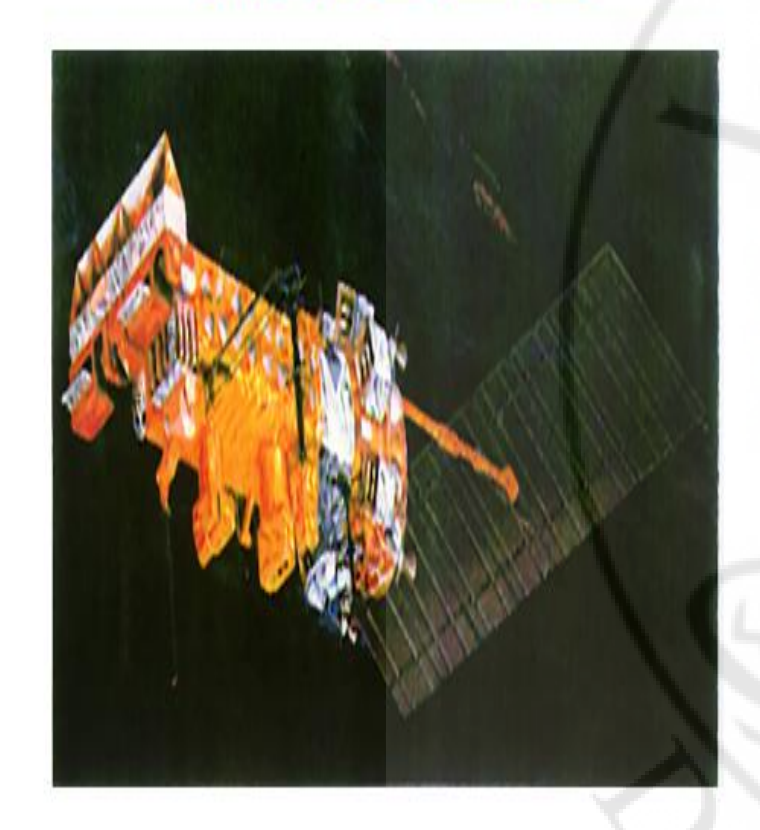
المحاضرة الثانية عشرة

Remote Sensing



اهم التوابع الصنعية (الأقمار الصناعية)

التابع الصنعي الأمريكي NOAA

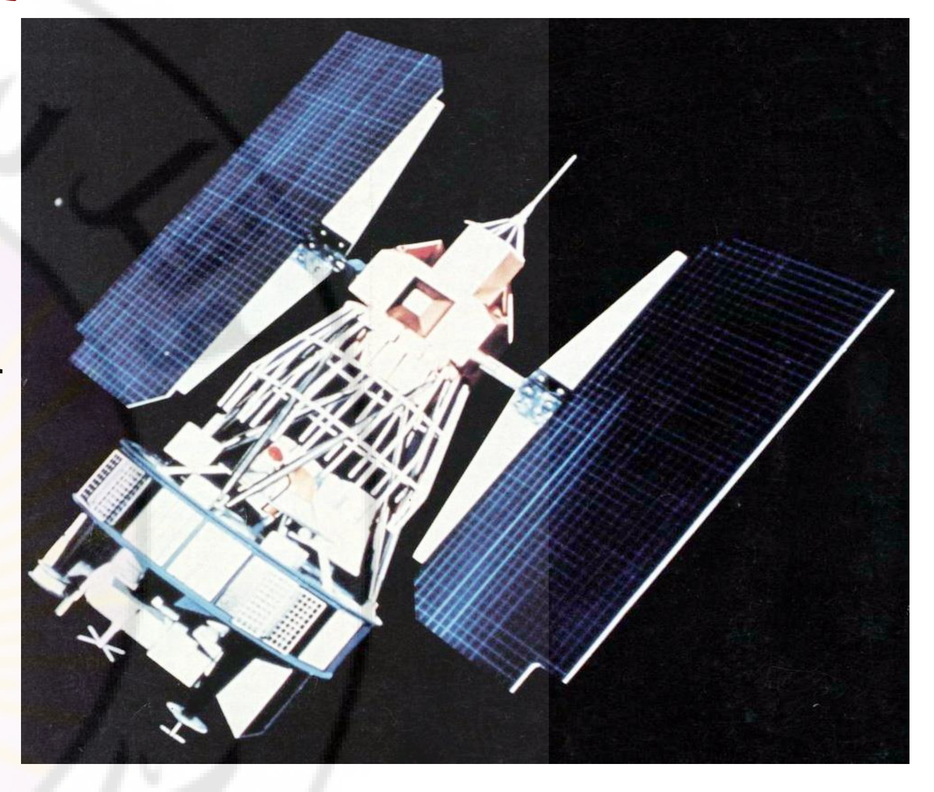


وهو برنامج فضائي لدراسة أحوال الطقس ويتألف من عدة توابع صنعية أطلق NOAA-1 في ١١ كانون الأول ١٩٧٠ وتدور بمدار قطبي متزامنة مع الشمس على ارتفاع ٨٤٠ كم وتسجل المعطيات لنفس المنطقة مرتين في اليوم وقدرة التمييز ١ كم وتحمل هذه التوابع أجهزة استشعار راديو مترية من نوع Very High Resolution Radiometer (VHRR) وتحتوي على قناتين الأول في المجال الطيفي المرئي الأحمر ٠.٦-٠.٧ مايكرومتر والثانية في المجال الطيفي تحت الأحمر الحراري ١٠.٥-١٢.٥ مايكرومتر وتحمل توابع (NOAA) أيضاً راديومتر لا يلتقط صوراً وإنما يعطي رسماً بيانياً لتغير درجات الجو (VTPR) Vertical Temperature Profiling Radiometer وقد أطلق NOAA-8 في ٨ تشرين الثاني ١٩٨٤ ثم 9 – NOAA في عام ١٩٨٦ و12- NOAA في أيار ١٩٩١ , NOAA-16 أطلق في ٢١ أيلول ٢٠٠٠.

أنواع الأقمار المستخدمة في الاستشعار عن بعد

الأقمار الصناعية الأمريكية

Land Satellite (LANDSAT)



صورة للقمر الصناعي الامريكي ١، ٢، ٣

حيث اطلق landsat_1 في عام ٢٣/٧/١٩٧٢ م و اطلق landsat_2 في عام ٢٢/١/١٩٧٥ م كما اطلق landsat_3 في عام ٥/٣/١٩٧٨ م . تميزت الأقمار الصناعية الأمريكية ١، ٢ ، ٣، لها شكل واحد في الثلاثة مركبات كما في الشكل (٣ . ١) .
وزن القمر الصناعي ٩٥٣ كيلو غرام ، طول ارتفاعه ٣ متر ،قطره ٥، ١ متر يوجد به ذارعين خلايا الضوئية تمد القمر الصناعي
بطاقة الشمسية عند مد هذه الأذرعين يصل طولها حوالى ٤ متر ،يدور في مدار مستدير حول الارض وهو متزامن مع توقيت
المنطقة التي يصورها زمن التصوير فيlandsat_1 هو ٨:٥٠ صباح وفى landsat_2 هو ٩:٠٨ صباح وفى landsat_3
هو ٩:٣١ صباح يدور في مدار يميل عن خط الاستواء 98,2° درجه كما في الشكل (٢-٣) ،يكمل دوره واحدة كل ١٠٣ دقيقة
ويكمل في اليوم الواحد ١٤ دورة ، سرعة القمر الصناعي ٦،٤٦ كيلومتر/الثانية ،
يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٨ يوم ،
يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي.

وزن القمر الصناعى ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور فى مدار يميل عن خط الاستواء 98,2º درجه،

زمن التصوير هو ٩:٤٥ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل فى اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ،

يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء التصوير منها فى خلال ١٦ يوم ، يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعى.

تحمل الاقمار الصناعية الامريكية ٤،٥(landsat4,5) بوجود مستشعرين هما:

١ – المستشعر متعدد الاطياف MSS (Multispectral scanner) مثل الموجود على القمار الصناعية السابقة ١،٢،٣ يغطى ١٨٥كيلومتر على مسار القمر الصناعي ويتميز بوجود اربعة فنوات تصور بدرجة وضوح ٨٠ متر تم تغير مسميات القنوات الاربعة فاصبحت ١،٢،٣،٤ بدلً من ٤،٥،٦،٧

٢ – المستشعر TM (Thematic Mapper) يتميز بدرجة وضوح ٣٠ متر ماعدا القناة السادسة درجة الوضوح ١٢٠متر. واضيفت القنوات ٥،٧ للأعمال الجيولوجية (للتفريق بين الصخور المختلفة)

أهم نظم الإستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- ***النظام لاندسات Landsat***
- نظام أنشأته الولايات متحدة وجرى تشغيله منذ عام ١٩٧٢ بإطلاق القمر الصناعي الأول في هذا النظام والذي أسمي لاندسات-١ (عند إطلاقه حمل أسم ERTS-1 ثم تغير أسمه بعد ذلك).
- تبلغ إرتفاع مدار منصات هذا النظام ٧٠٥ كم فوق سطح الأرض.
- مساحة الصورة المنتجة بواسطة مجسات هذا النظام تبلغ ١٨٥ كم × ١٧٥ كم.
- الدقة الوقتية للمنصات ١-٣ هذا النظام هي ١٨ يوم، وللمنصات ٤-٧ هي ١٦ يوم.
- المنصات لاندسات ١ وحتى ٥ حملت المجس الماسح متعدد الأطياف Multispectral Scanner (MSS).
- لم تحمل المنصة لاندسات ٦ وكذلك ٧ هذا المجس.
- يقدم المجس MSS دقة مساحية تبلغ نحو ٧٩ متر.
- يبين الجدول التالي الخصائص الطيفية لـ MSS

النطاق	المنطقة الطيفية
النطاق الأول	**0.5 – 0.6 µm (الأخضر)**
النطاق الثاني	**0.6 – 0.7 µm (الأزرق)**
النطاق الثالث	**0.7 – 0.8 µm (الأحمر)**
النطاق الرابع	**0.7 – 1.1 µm (تحت الحمراء)**

- حملت المنصات ٣-٥ مجس أكثر تقدم هو Thematic Mapper (TM).
- الدقة المساحية لهذا المجس هي ٣٠ متر، بإستثناء النطاق السادس الذي تبلغ دقته المساحية ١٢٠ متر.
- الجدول التالي يبين الدقة الطيفية للمجس TM:

النطاق	المنطقة الطيفية
TM1	0.45 -0.52 µm (الأزرق)
TM2	0.6- 0.52 µm (الأخضر)
TM3	0.69- 0.63 µm (الأحمر)
TM4	9 .0- 0.76 µm (تحت الحمراء المنعكسة \ القريبة)
TM5	1.75 – 1.55 µm (تحت الحمراء القصيرة الموجة)
TM6	12.5 – 10.4 µm (تحت الحمراء القصيرة الحرارية)
TM7	2.35 – 2.8 µm (تحت الحمراء المنعكسة \ القريبة)

أهم نظم الاستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- فشل إطلاق القمر الصناعي لاندسات -٦.
- كان لاندسات -٦ يحمل على متنه مجس محسن بإسم Enhanced Thematic Mapper (ETM).
- تم إطلاق لاندسات -٧ في ١٥ ابريل ١٩٩٩.
- يحمل القمر الصناعي لاندسات – ٧ على متنه مجس محسن بأسم Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+).
- الدقة المساحية للمجس +ETM هي 28.5 متر.
- النطاق السادس تم تقسيمه إلى نطاقين هما ٦١ و ٦٢ ولهما الدقة المساحية ٦٠ متر.
- تم إضافة نطاق ثامن ليغطي المنطقة الطيفية من 0.52 وحتى 0.9 µm (الأخضر – الأحمر – تحت الأحمر القريبة) بدقة مساحية 14.25 متر.
- حالياً يعمل في المدار لاندسات ٨.



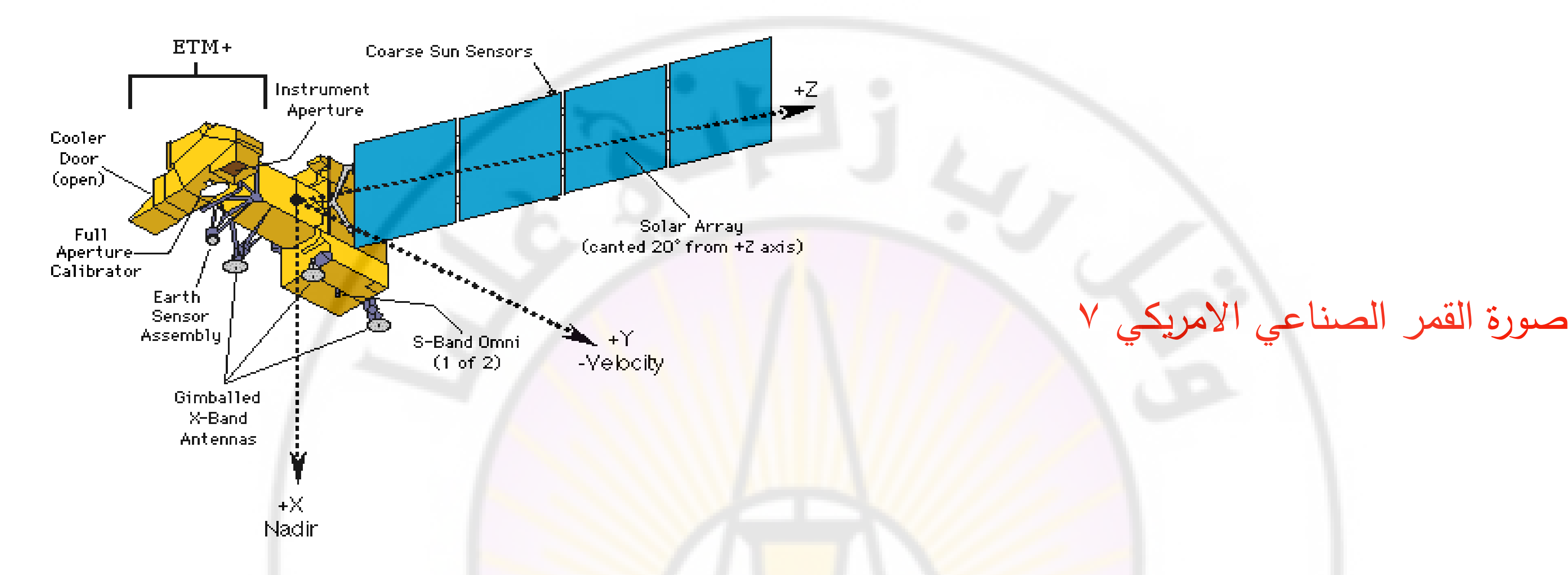
صورة القمر الصناعى الامريكى ٦

وزن القمر الصناعي ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور في مدار يميل عن خط الاستواء 98,2° درجه

, زمن التصوير هو ١٠:٠٠ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل في اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ، ، يعود لتصوير

نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٦ يوم ، يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي

يحمل المستشعر ETM (Enhanced



صورة القمر الصناعي الامريكي ٧

وزن القمر الصناعي ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور في مدار يميل عن خط الاستواء 98,2° درجه

زمن التصوير هو ١٠:٠٠ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل في اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ، ،

يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٦ يوم ،

يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي .

يحمل المستشعر +ETM (Enhanced Thematic Mapper plus) ادخل عليه بعض التعديلات حيث اصبح يصور في عدد من النطاقات

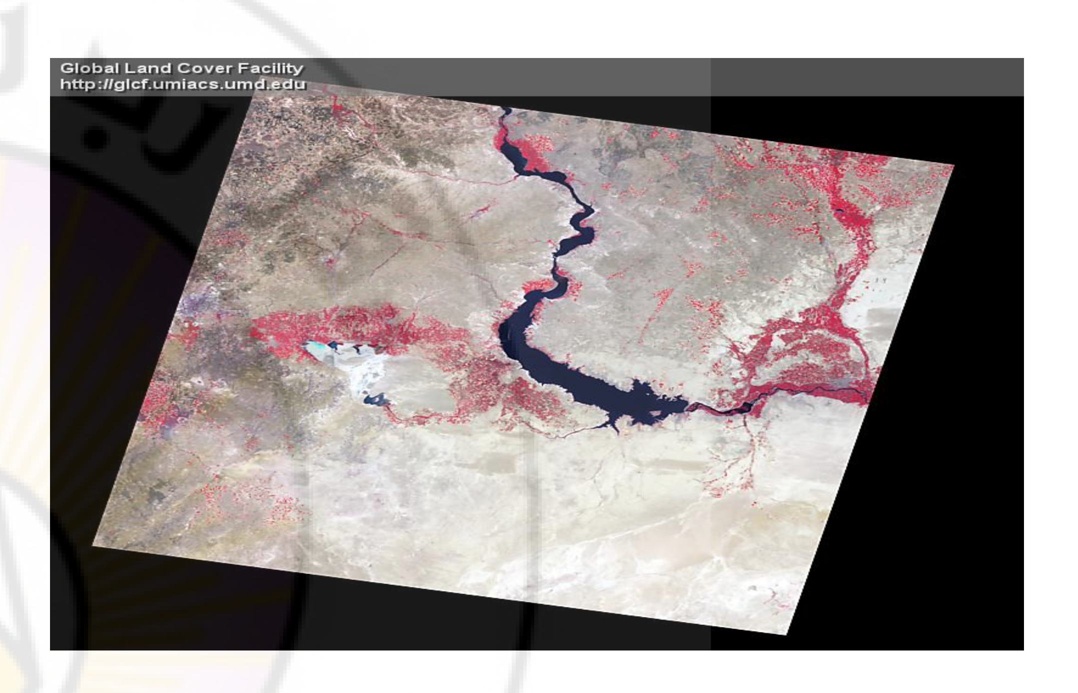
يتميز بدرجة وضوح ٣٠ متر ماعدا القناة السادسة ا تقسم هذه القناة النطاقان درجة الوضوح ٦٠متر بدلاً من ١٢٠ في مستشعر

TMكما تميز القناة الثامنة بدرجة وضوح ١٥ متر ابيض واسود .

صورة فضائية لاندسات للمنطقة الشمالية من سوريا

صورة فضائية لاندسات للمنطقة الساحلية في سوريا





صورة فضائية لاندسات للمنطقة الجنوبية من سوريا





الأقمار الصناعية الفرنسية

Satellite Probatoire d' Observation de 1a Terre (SPOT)

صور للأقمار الصناعية الفرنسية(spot1,2,3)

وزن القمر الصناعي ١،٨٠٠ كيلو غرام ، ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ، يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98° درجه ، يكمل في اليوم الواحد ١٤ الفة حول الارض ، زمن الفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ،يغطى تصوير سطح الارض في ٣٦٩ دورة , وهو متزامن مع توقيت المنطقة التي يصورها في جميع المسارات ١٠:٣٠ صباح ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر في ٦٠ كيلو متر .

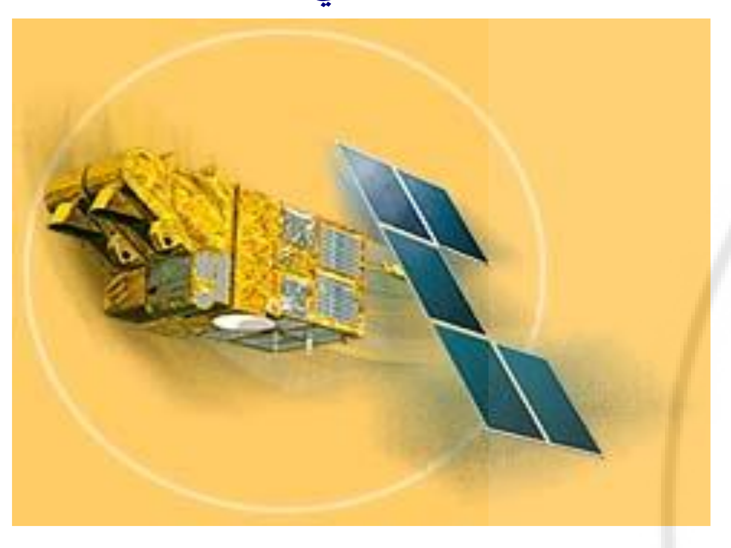
يحمل هذا القمر نوعين من المستشعرات الأول نظام الصور المرئية عالية الوضوح High Resolution Visible Imaging System (HRV)

وهو مستشعر متعدد القنوات Multispectral درجة الوضوح ٢٠ متر يصور في ثلاثة قنوات.

كما يصور في قناة ابيض واسود Panchromatic بدرجة وضوح ١٠ متر في نطاق الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٥١ الى ٠،٧٣ ميكرون)

كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسي وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧

القمر الفرنسيSPOT-4



يتميز هذا القمر بالتالي :

وزن القمر الصناعي ٢،٧٦٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ،

يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98º درجه ، يكمل فى اليوم الواحد ١٤ لفة

حول الارض ، زمن اللفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ، يغطى تصوير سطح الارض فى ٣٦٩ دورة

, وهو متزامن مع توقيت المنطقة التى يصورها فى جميع المسارات ١٠:٣٠ صباح ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر فى ٦٠ كيلو متر .

يحمل هذا القمر نوعين من المستشعرات :

المستشعر الاول (HRVIR) High Resolution Visible and Infrared

– الصور المرئية عالية الوضوح و القريبة من الحمراء (HRVIR 1) High Resolution Visible and Infraredوهو مستشعر متعددة القنوات Multispectral درجة الوضوح ٢٠ **متر** اضيف اليه قناة جديدة فهو يصور فى اربع نطاقات بدلان من ثلاثة قنوات.

– قناة الصور المرئية عالية الوضوح والقريبة من الحمراء(HRVIR 2) High Resolution Visible and Infrared وهو مستشعر يصور فى بيض واسود Panchromatic بدرجة وضوح ١٠ **متر** فى نطاق الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٦١ الى ٠،٦٨ ميكرون) ، كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسى وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧ .

المستشعر الثانى وهو(VEGETATION) :

يوجد به مستشعر متخصص فى الزراعة(VEGETATION 1) درجة الوضوح **واحد متر** , تغطى الصورة ٢،٢٥٠ كيلومتر فى ٢،٢٥٠ كيلومتر، مكون من اربعة قنوات تختلف عن القنوات السابقة فى طوال الموجة للقنوات السابقة .

القمر الفرنسيSPOT-5



يتميز هذا القمر بالتالى:

وزن القمر الصناعي ٣،٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ،
يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98º درجه ، يكمل فى اليوم الواحد ١٤ الفة حول الارض ،
زمن الفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ،
يغطى تصوير سطح الارض فى ٣٦٩ دورة ، وهو متزامن مع توقيت المنطقة التى يصورها
فى جميع المسارات الساعة ١٠:٣٠ صباحا ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر فى ٦٠ كيلو متر.

١.المستشعر الاول(HRG) High Resolution Geometric ينقسم الى:

-الصور عالية الوضوح و الهندسية (HRG 1) High Resolution Geometricوهو مستشعر متعدد القنوات Multispectral درجة الوضوح ١٠ متر
اما القناة الرابعة التى تصور فى النطاق الموجات التحت حمراء القصيرة فدرجة الوضوح ٢٠ متر.

-الصور عالية الوضوح والهندسية
(HRG 2) igh Resolution Geometric وهو مستشعر يصور فى قناتين ابيض واسود Panchromatic بدرجة وضوح **٥ متر و ٢،٥ متر** فى نطاق الطيف
الكهرو مغناطيسي (٠،٤٨ الى ٠،٧١ ميكرون) ، كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسى وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧ .

٢ – المستشعر الثانى وهو (VEGETATION) :

كما يوجد به مستشعر متخصص فى الزراعة(VEGETATION 2) درجة الوضوح **واحد متر** , تغطى الصورة ٢،٢٥٠ كيلومتر فى ٢،٢٥٠ كيلو متر ،
مكون من اربعة قنوات تختلف عن القنوات السابقة فى اطوال الموجات .

٣ – المستشعر الثالث وهو(HRS) High Resolution Stereoviewing :

كما يوجد به مستشعر متخصص فى الرؤية المجسمة تصور فى نطاق
الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٤٩ الى ٠،٦٩ ميكرون) يسمى (HRS) High Resolution Stereoviewing درجة الوضوح ١٠ متر
على طول المسار يعاد تحسين التكبير الى ٥ متر , تغطى الصورة ١٢٠ كيلومتر فى ٦٠٠ كيلومتر .

- ***النظام IRS***
- النظام IRS تنتجه وتديره الهند، تم إطلاق أول أقماره المسمى – IRS 1A في ١٩٨٨، أما آخر أقماره فقد أطلق في ١٩٩٧.
- يبلغ إرتفاع مدار هذا النظام ٨١٧ كم.
- يحمل هذا القمر ثلاثة مجسات هي:
- Linear Imaging Self-scanning Sensor (LISS II)
- تبلغ مساحة الصورة الواحدة ١٤٠×١٤٠ كم.
- الجدول التالي يبين الخصائص الطيفية والمساحية لهذا المجس

النطاق	المنطقة الطيفية	دقة المساحية
Band 1	0.52 - 0.59µm (green)	23 m
Band 2	0.62 - 0.68µm (red)	23 m
Band 3	0.77 - 0.86µm (near infra-red)	23 m
Band 4	1.55 - 1.70µm (mid infra-red)	70 m

أهم نظم الاستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- IRS Panchromatic
- يقدم هذا المجس مرئيات في النطاق من الأخضر إلى تحت الحمراء القريبة بدقة مساحية ٥ متر.
- مساحة الصورة ٧٠×٧٠ كم.
- الدقة الراديومترية لهذا المجس هي ٦٤ درجة لونية (٦ بت) مقارنة بـ ٢٥٥ درجة لونية (٨ بت) لنظيره على SPOT.
- Wide Field Sensor (WiFS)
- الدقة المساحية لهذا المجس ١٨٨ متر.
- الصورة تغطي ٧٧٤ × ٧٧٤ كم.
- يحمل نطاقين الأول يغطي المنطقة الحمراء (0.62-0.68 µm) والثاني المنطقة تحت الحمراء (0.77-0.86 µm).

• ***النظام IKONOS***

- أطلق القمر الصناعي IKONOS في ٢٤ سبتمبر ١٩٩٩.
- مساحة صورة هذا القمر ١١×١١ كم.
- يحمل هذا القمر مجس يقوم بجمعالبيانات في نمطين:
- النمط Panchromatic بدقة مساحية ١ متر ودقة راديومترية ١١ بت (٢٠٤٨ درجة لونية).
- النمط متعدد الأطياف بدقة مساحية ٤ متر.
- يبين الجدول التالي الخصائص الطيفية والمساحية لمجسات IKONOS:


أهرام الجيزة – أيكونوس – دقة مساحية ١ متر.

النطاق	المنطقة الطيفية	الدقة المساحية
Panchromatic	0.45 - 0.90µm	1 m
Band 1	0.45 - 0.53µm (blue)	4 m
Band 2	0.52 - 0.61µm (green)	4 m
Band 3	0.64 - 0.72µm (red)	4 m
Band 4	0.77 - 0.88µm (near infra-red)	4 m

التابع الصنعي الأمريكي IKONOS-2



أطلق IKONOS-2 في ٢٤ أيلول ١٩٩٩ من قبل شركة Space Imaging ويحلق على ارتفاع ٦٨٠ كم ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٨٢ سم في مجال البانكروماتيك و٤ م في الماسح MSS وبتغطية أرضية ١١ كم .

صورة فضائية ايكونوس (ساحة الامويين

صورة فضائية ايكونوس (ساحة العباسيين)

صورة فضائية ايكونوس (عقدة القابون)

صورة فضائية ايكونوس (قلعة دمشق والمسجد الاموي)



التابع الصنعي الأمريكي -QUICK BIRD۲

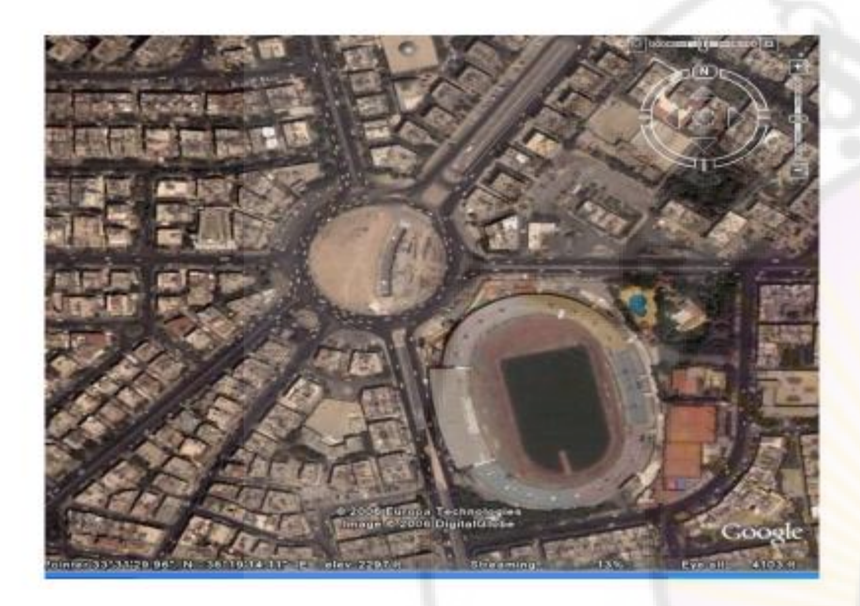
اطلق ۲- QUICK BIRD في ۱۸ تشرين الأول ۲۰۰۱ من قبل شركة Earth Watch ويحلق على ارتفاع ٤٥٠ كم ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٦١ سم في مجال البانكروماتيك و ۲.۲۸ م في الماسح MSS وبتغطية أرضية ١٦،٥ كم و شريط تصويري ١٦,٥x ١٦,٥ كم و التغطية المتكررة ٣- ٧ أيام.

التابع الصنعي الأمريكي -QUICK BIRD٢



صورة فضائية كويك بيرد (ساحة الامويين)

صورة فضائية كويك بيرد (ساحة العباسيين)



صورة فضائية كويك بيرد (ساحة السبع بحرات)



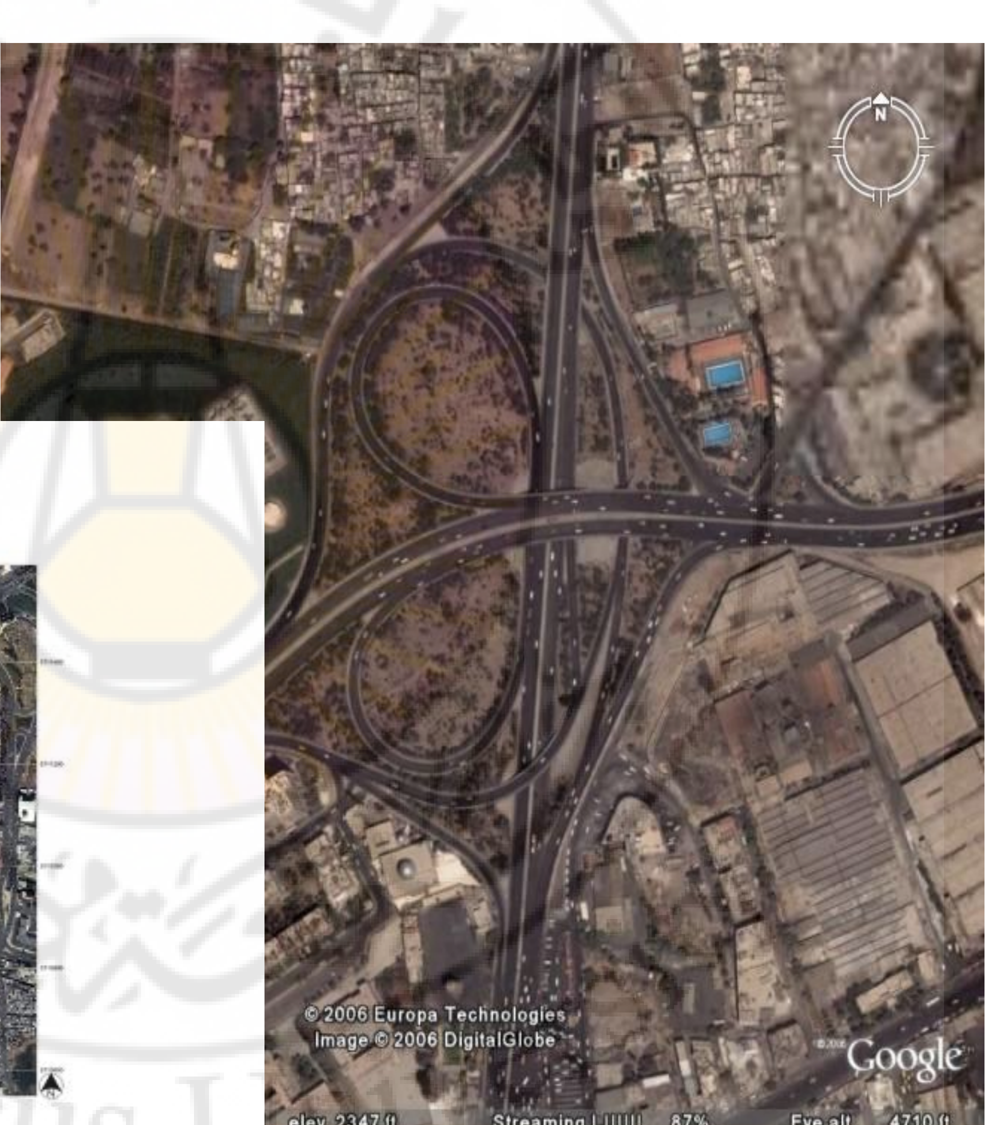
صورة فضائية كويك بيرد (عقدة القابون)

صورة فضائية كويك بيرد (ضريح الجندي المجهول)



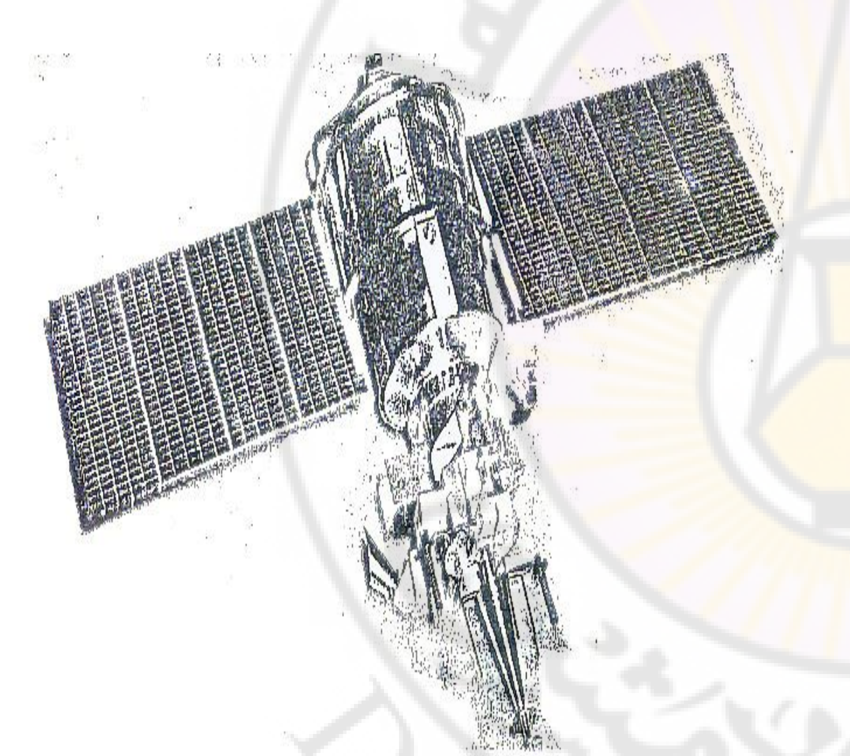
صورة فضائية كويك بيرد (دمشق القديمة)





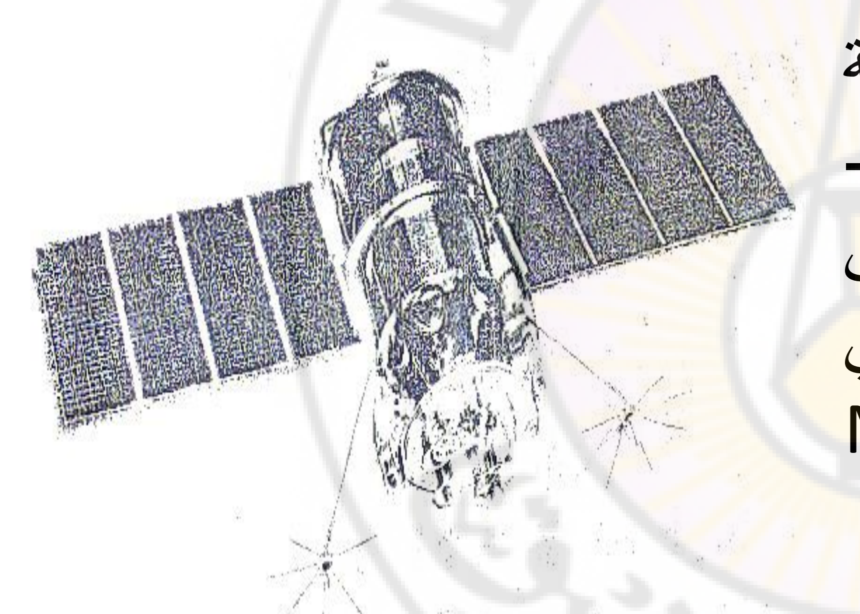
RUSSIA ٢- روســيــا

التابع الصنعي الروسي COSMOS



أطلق COSMOS-1 في ١٦ آذار ١٩٦٢ على ارتفاع ٢٢٠ كم ثم اتبعه سلسلة من التوابع مخصصة لمراقبة الأرض ويحمل عدة أنواع من الكاميرات مثل TK –350 بقدرة ٥-١٠ م والتغطية الأرضية ١٧٥×٢٥٧ كم والكاميرا KVR –1000 بقدرة تمييز ٢-٣ م في مجال البانكروماتيك والتغطية الأرضية ٣٤×٥٧ كم

التابع الصنعي الروسي METEOR



وهي سلسلة من التوابع الصنعية مخصصة للأرصاد الجوية. أطلق ١- Meteor في تموز ١٩٨٠ على ارتفاع ٦٣٥ كم ويدور بمدار قطبي ويحمل ثلاث كاميرات MSU – SK وMSU – 5 و Telemeter.

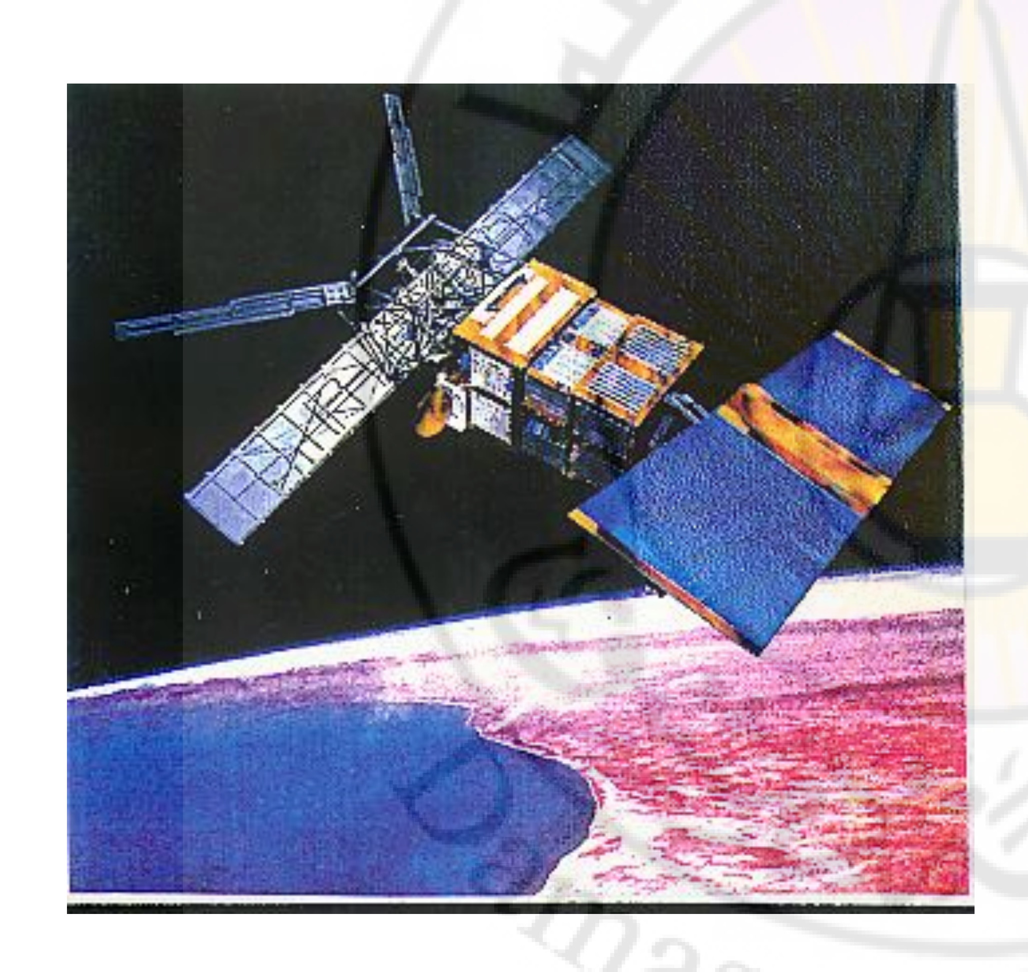
٤- وكالة الفضاء الأوربية
EUPOPEAN SPACE AGENCY (ESA)

التابع الصنعي METEOSAT

أطلق ميتوسات-١ في ٢٣ تشرين الثاني ١٩٧٧ وميتوسات-٢ في ١٩ حزيران ١٩٨١ وميتيوسات –٣ في حزيران ١٩٨٨ وميتوسات-٤ في ١٩٨٩ وميتيوسات-٥ في ١٩٩١ ومتيوسات-٦ في ١٩٩٣ وميتيوسات-٧ في ٣ أيلول ١٩٩٧ على ارتفاع ٣٥.٨٠٠كم بقدرة تمييز ٢.٥كم في المجال المرئي و٥ كم في المجال تحت الأحمر ويعطي صورة كل نصف ساعة وهو مخصص للأرصاد الجوية وقد أطلق متيوسات-٨ Meteosat Second Generation (MSG-1) في ٢٨ آب ٢٠٠٢.

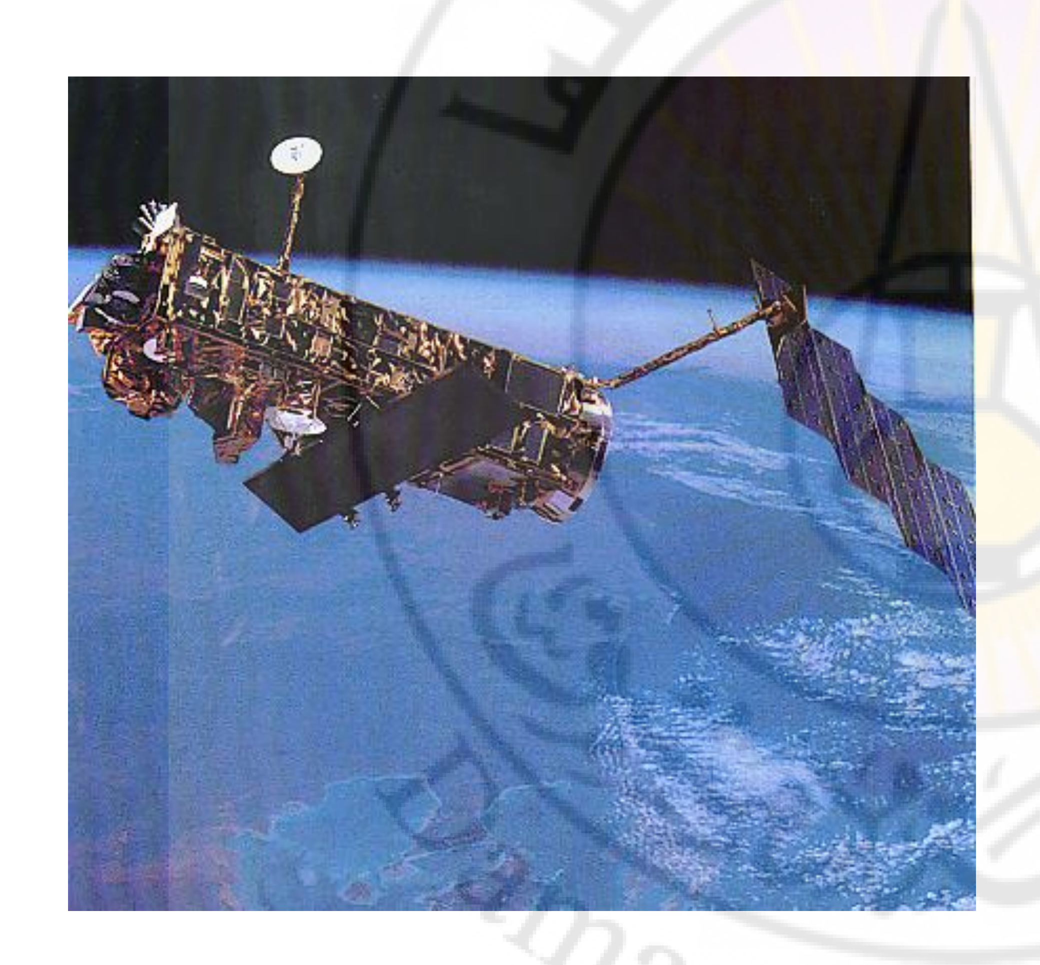
التابع الصنعي الراداري الأوربى

European Remote Sensing (ERS)



أطلق ERS-١ في ١٧ تموز ١٩٩١وERS-٢ في ٢١ نيسان ١٩٩٥ على ارتفاع ٧٨٥كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن المجال C ويعطي صوراً فضائية رادارية بقدرة تمييز ٢٥-٣٠م وتغطية أرضية ١٠٠كم

التابع الصنعي الأوربى ENVISAT



أطلق Envisat في عام ٢٠٠١ على ارتفاع ٨٠٠ كم ، ويحمل رادار SAR ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٣٠م وتغطية أرضية ١٠٠كم.

٥- فرنسا FRANCE

التابع الصنعي الفرنسي Helios 1A

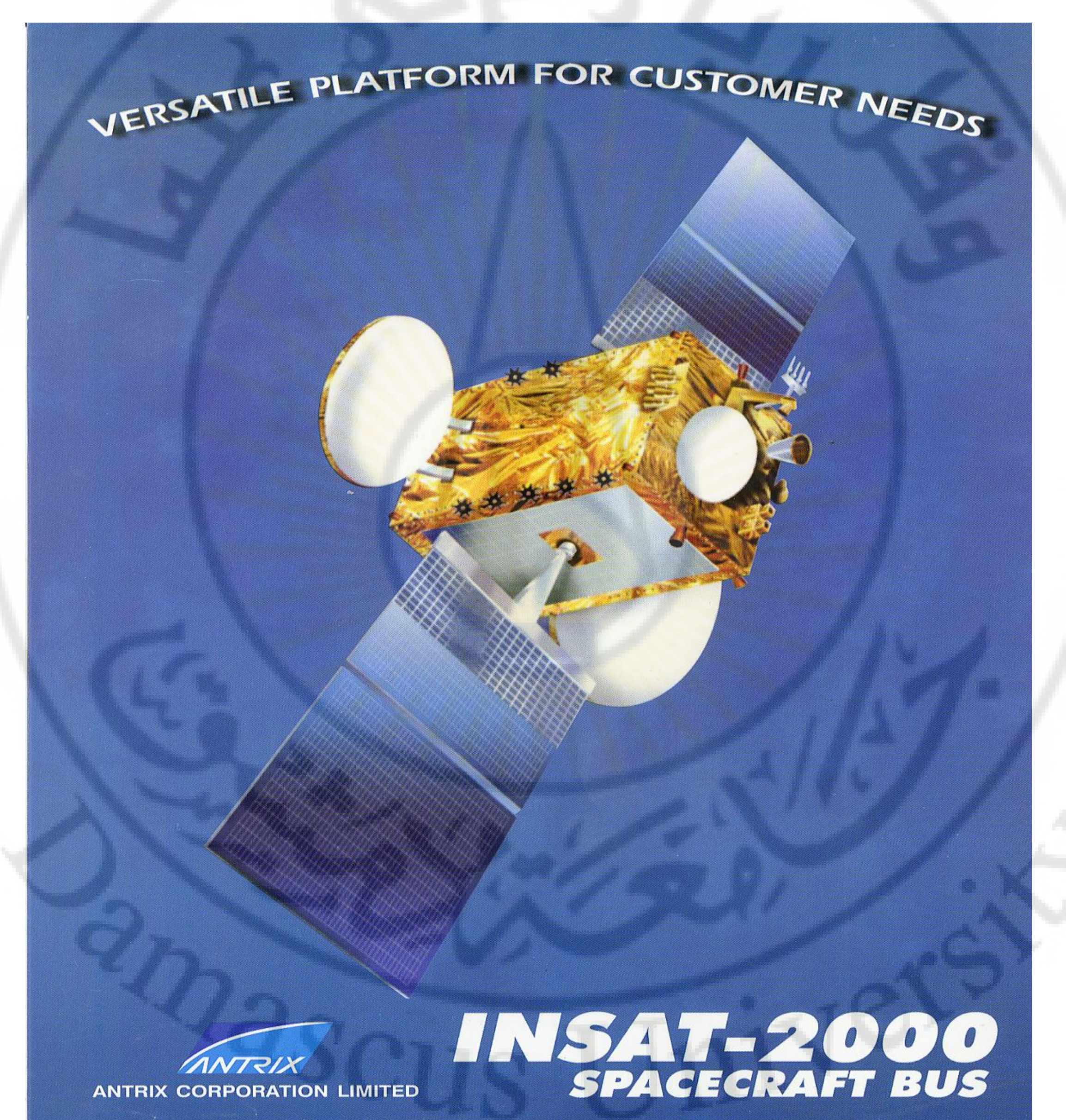
أطلق Helios1A في تموز ١٩٩٥ و Helios1B في كانون الأول ١٩٩٩ و يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ١ م.

٦- الهــند INDIA

التابع الصنعي (Indian National Satellites (INSAT

أطلق INSAT-1A في ١٩٨٠ وINSAT-1B في آب ١٩٨٣ و-INSAT 1C في ١٩٨٦ وINSAT-1D في ١٢حزيران ١٩٩٠ وINSAT-2A في تموز ١٩٩٢ و INSA-2B في ٢٣ تموز ١٩٩٣ وINSAT-2C في ٧كانون الأول ١٩٩٥ و INSAT-2D في ٤حزيران ١٩٩٧ وهو مخصص للاتصالات والبث التلفزيوني والأرصاد الجوية ويحمل راديومتر (Very High Resolution Radiometer (VHRR ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٢كم في المجال المرئي و ٨ كم في المجال تحت الأحمر.

التابع الصنعي (INSAT)



Indian Remote Sensing Satellites التابع الصنعي الهندي

أطلق IRS-1A في ١٧ آذار ١٩٨٨ و IRS-1B في ٢٩ آب ١٩٩١ على ارتفاع ٩٠٤ كم ويدور بمدار قطبي متزامن مع الشمس ويحمل ماسحين :

١-الماسح الأول (LISS-1) Linear Imaging Self Scanning

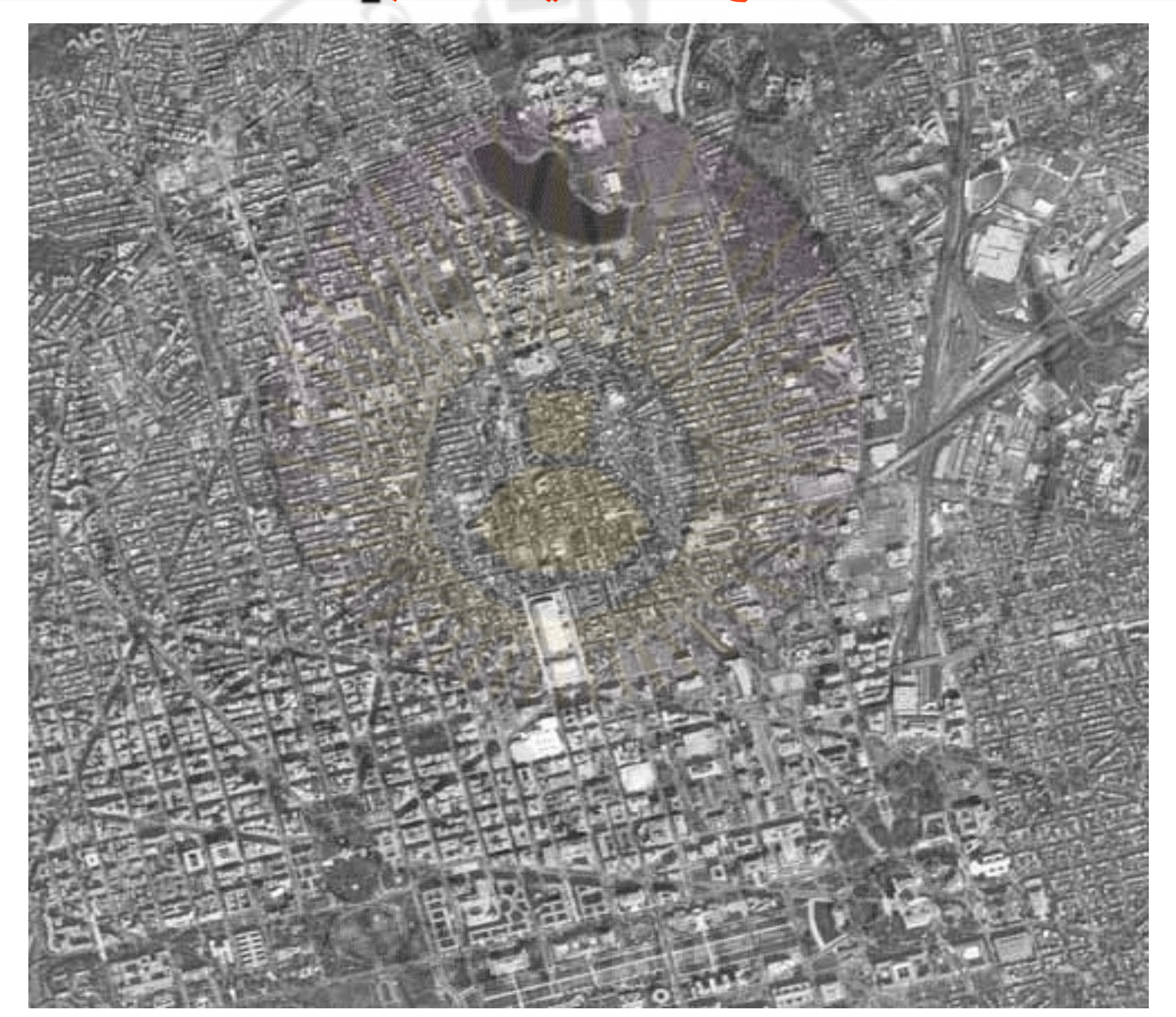
ويعمل ضمن أربعة نطاقات طيفية وهو ذات قدرة تمييز ٧٢.٥م والتغطية الأرضية ١٤٨كم

٢- الماسح الثاني Linear Imaging Self Scanning (LISS-2)

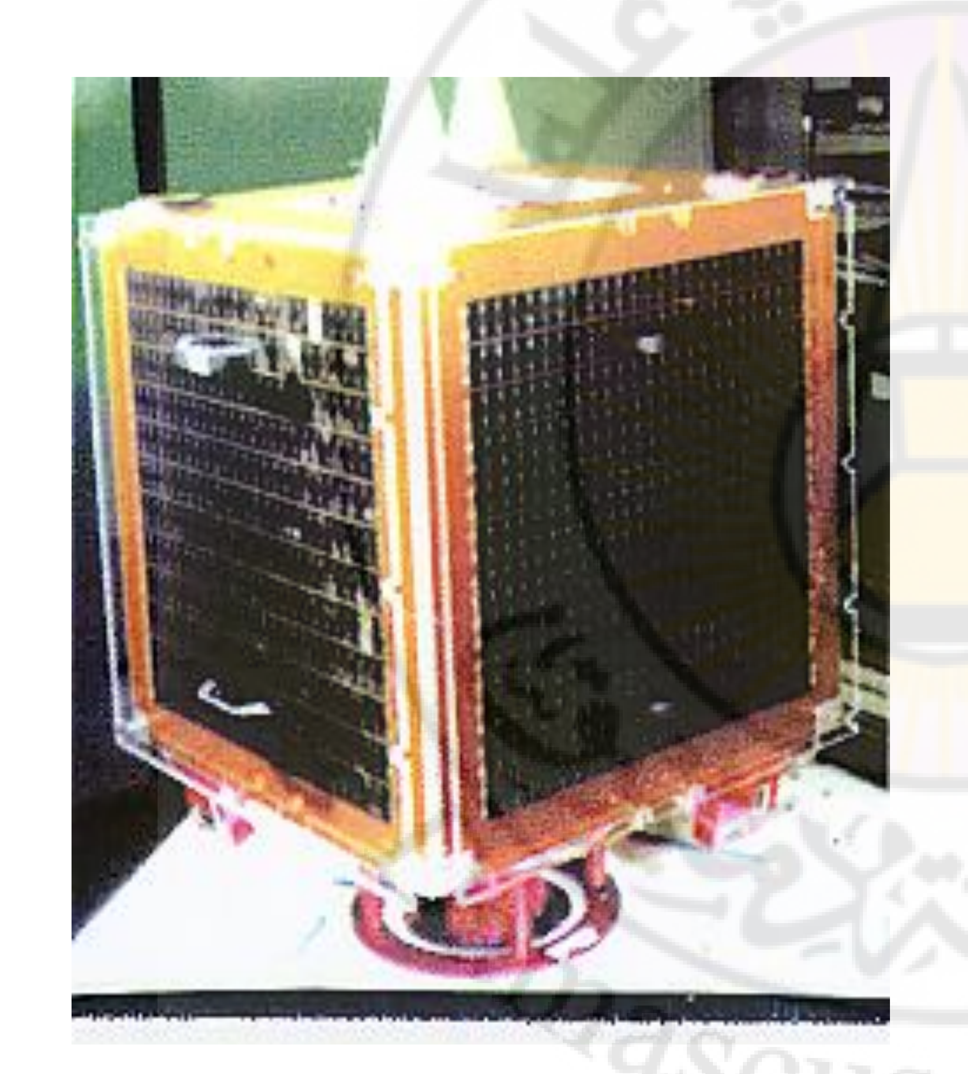
وهو ذات قدرة تمييز ٣٦.٢٥م والتغطية الأرضية ١٤٥كم والتغطية المتكررة كل ٢٢يوم ثم أطلق IRS-1C في ٢٨ كانون الأول ١٩٩٥ وIRS-1D في أيلول ١٩٩٧ على ارتفاع ٨١٧كم ويحمل ثلاثة مواسح الأول يعمل في مجال البانكروماتيك بقدرة تمييز ٥.٨م والتغطية الأرضية ٧٠كم والثاني LISS-3 يعمل ضمن أربع نطاقات طيفية ثلاثة منهم في المجال المرئي وتحت الأحمر VNIR بقدرة تمييز ٢٣.٥م وتغطية أرضية ١٤١كم والنطاق الرابع في مجال تحت الأحمر المتوسط (SWIR) بقدرة تمييز ٧٠.٥م وتغطية أرضية ١٤٨كم والثالث (WIFS) Wide Field Sensor بقدرة تمييز ٨٨.٣م وتغطية أرضية ٨١٠كم والتغطية المتكررة ما بين ٥-٢٤ يوم.

و قد أطلق IRS-1C في٢٨ كانون الأول١٩٩٥ وIRS- 1D -في 29 أيلول ١٩٩٧ .و يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ٥,٨ في مجال البانكروماتيك.

صورة فضائية من التابع الصنعي الهندي Resourcesat-1

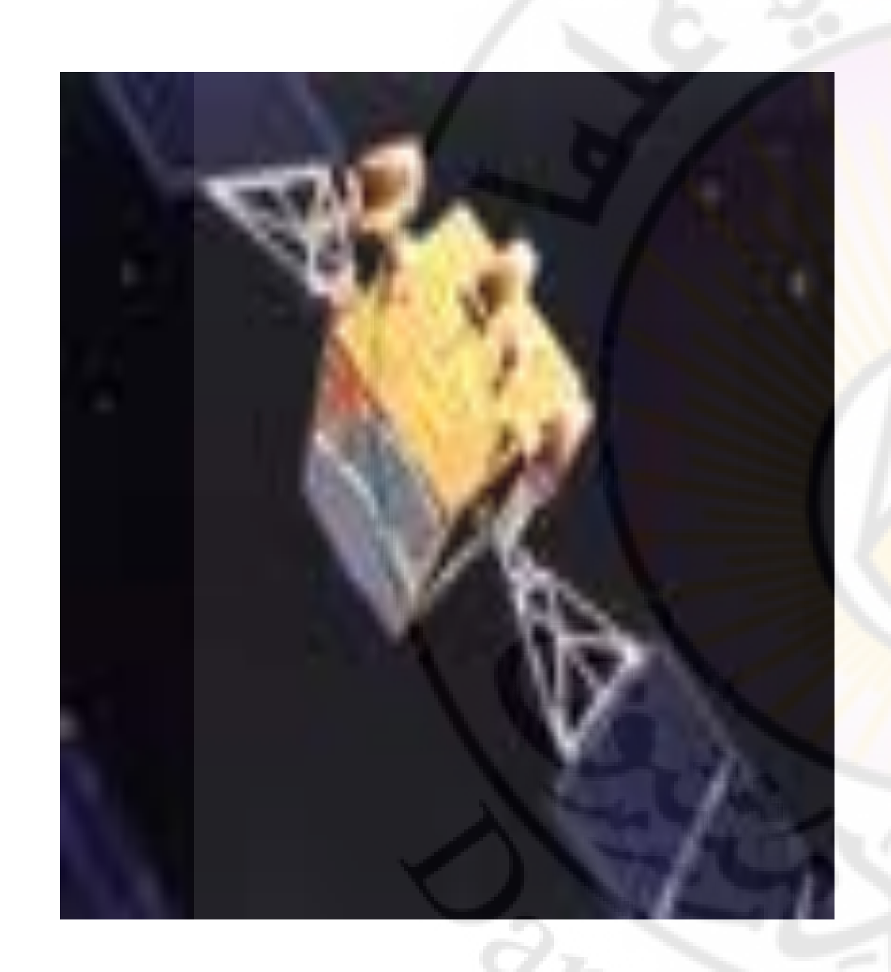


Algeria الجزائر



أطلق Alsat-1 في ٢٨ تشرين الثاني ٢٠٠٢ على ارتفاع ٦٨٦ كم و متزامن مع الشمس. و يحمل ماسح متعدد الأطياف يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ٣٢ م و بتغطية أرضية ٦٠٠ كم. و هو تابع صنعي صغير و يزن ١٠٠كغ.

مصر



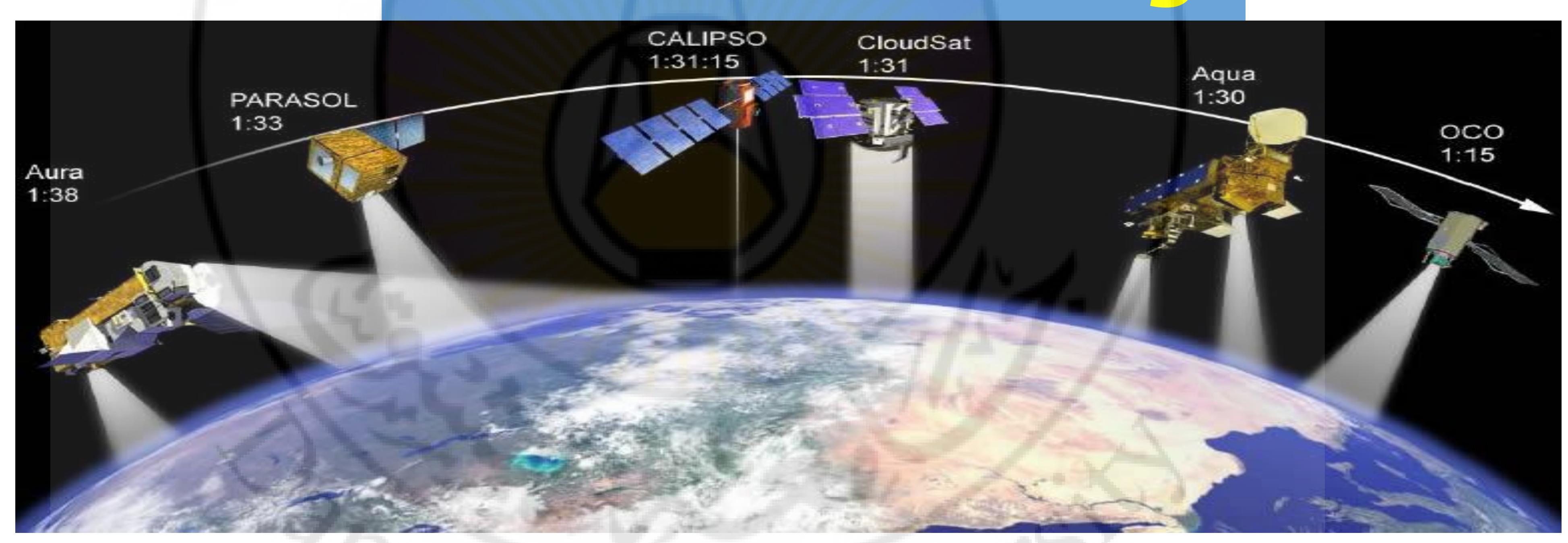
التابع الصنعي Egyptsat-1 أطلقته مصر في نهاية عام ٢٠٠٨ من قاعدة في كازاخستان بالتعاون مع أوكرانيا. وسيحمل التابع جهازي مسح أحدهما يعمل بالأشعة تحت الحمراء والثاني متعدد الأطياف وسيتبعه

Sahrasat ,Egyptsat-2

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة السابعة

Remote Sensing



انواع الصور الجوية و الفضائية و اهم ميزاتها

الصور الجوية

تقسم الصور الجوية بناء على درجة ميلان محور آلة التصوير عن الشاقول إلى :

- صور شاقوليه (عمودية) : وهي الصور التي يكون درجة ميلان محورها أقل من ٣ درجة ويتم الحصول عليها باستخدام الكاميرات ذات اللقطة الواحدة وتتميز بتجانس المقياس على كافة أجزائها تقريبا.

- صور مائلة : تستخدم لتصوير مناطق واسعة و يمكن تمييز التفاصيل عليها كالجبال والأبنية والغابات بالمقارنة مع الصور العمودية ويمكن أن تكون خفيفة الميل أو شديدة الميل وتستخدم من أجل تصوير المناطق الحدودية لكن لا يمكن إجراء القياسات عليها نظرا للتشوه الكبير في المقياس.

صورة جوية توضح تدهور المراعي

صورة جوية توضح أماكن تواجد المرعى

تقسم الصورالفضائية بناء على عدة معايير أهمها:

١- طريقة الحصول عليها .

٢- بناء على قدرة التمييز .

٣- بناء على مساحة التغطية .

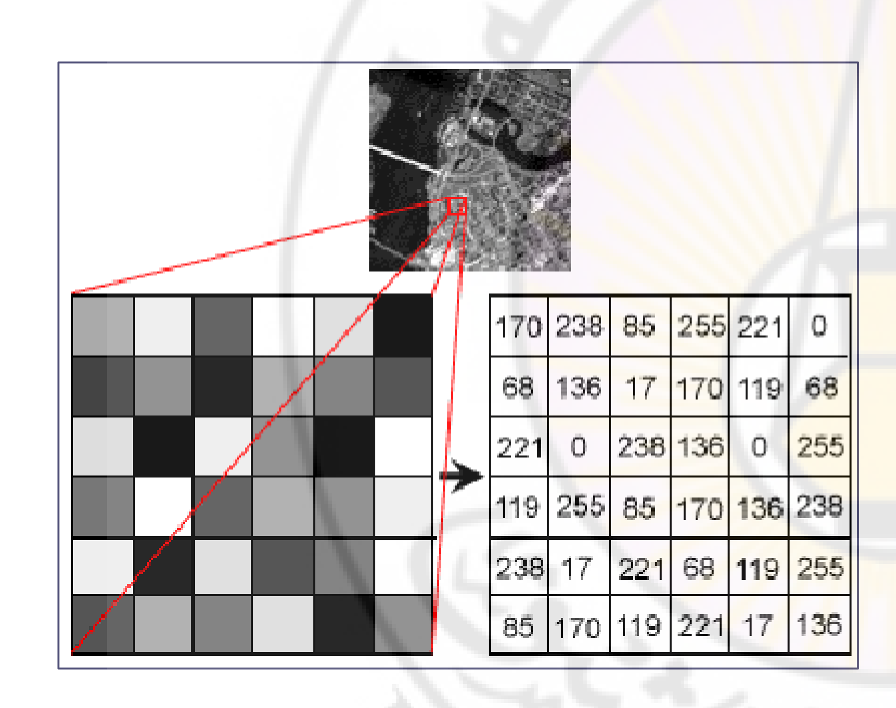
١- طريقة الحصول عليها:

- صور فوتوغرافية:

يتم الحصول على مثل هذا النوع من الصور بمساعدة كاميرات التصوير الأتوماتيكية (في التوابع الصنعية) أو اليدوية (في المركبات المأهولة أو الطائرات)، حيث تستخدم أفلام ذات نوعية مختلفة منها الأسود / الأبيض أو الملونة والتي تقسم بدورها إلى أفلام ذات ألوان طبيعية وأفلام ذات ألوان تركيبية (ألوان غير حقيقية)كما يتواجد أنواع من الأفلام تملك حساسية للأشعة تحت الحمراء القريبة والتي لها أهمية في دراسة الأهداف الزراعية والمائية وفي دراسة التربة .

• الصور غير الفوتوغرافية (الرقمية)

المرئية Image - Imagery



- الناتج النهائي للمستشعر هو مرئية (صورة) رقمية Digital Image.
- تتكون الصورة من شبكة Grid من الأعمدة التي تتقاطع مع صفوف مكونة مساحات مربعة يطلق علي الواحدة منها لفظ البكسل Pixel.
- يحتوي كل بكسل على قيمة رقمية تسمى Digital Number (DN).
- تمثل القيمة الرقمية في البكسل كم الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن مساحة الأرض التي يمثلها البكسل.

- الصور الرقمية:

يستخدم للحصول على هذا النوع من الصور المواسح الإلكترونية متعددة الأطياف، والتي تجمع مابين المراقبة التفصيلية والدقة الراديو مترية العالية ِحيث تقوم هذه المواسح بتحويل الإشعاع الوارد عن الأهداف الطبيعية الأرضية إلى إشارة كهربائية وتسجيلها بشكل رقمي، ويتم نقل المعلومات التي يتم الحصول عليها من هذه النظم عبر قنوات الاتصال الفضائية إلى نقاط استقبال أرضية لتسجل على أشرطة فيديو مغناطيسية رقمية مما يمكن من إعادة تشكيلها في صور متعددة الأطياف تطبق عليها طرق المعالجة البصرية أو تتم معالجتها رقميا باستخدام الحاسوب وتساعد هذه الصور بالحصول السريع على المعلومات عن الأهداف الأرضية وإعداد الخرائط اللازمة لها فهي تسمح بمراقبة الفيضانات، الانزلاقات، الانهيارات الثلجية، التغيرات المرتبطة بالنشاط الزراعي، حالة الغابات، وتغيراتها الخ....

النطاقات Bands

- يقوم المستشعر باستقبال الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن سطح الأرض من خلال مجموعة المسح والمجموعة الضوئية ثم يقوم بتمرير هذا الإشعاع عبر مجموعة الفصل الطيفي (المرشحات) ليتم فصل كل نطاق مميز من الطاقة على حدا وتسجيله في مرئية مستقلة.
- يطلق على هذه المرئية المستقلة اسم النطاق Band وتمثل الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن الأرض في نطاق معين من الطاقة (الأزرق – الأخضر - ... – إلخ).
- يتم جمع الصور الناتجة عن المرشحات المختلفة – أي النطاقات المختلفة – واختزانها في ملف واحد رقمي.
- تتميز مرئيات الأقمار الصناعية بأنها عديدة النطاقات.
- النطاق الواحد يظهر بتدرج رمادي اللون.
- يمكن الدمج بين عدة نطاقات للحصول على صورة ملونة.





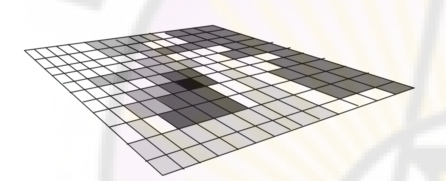


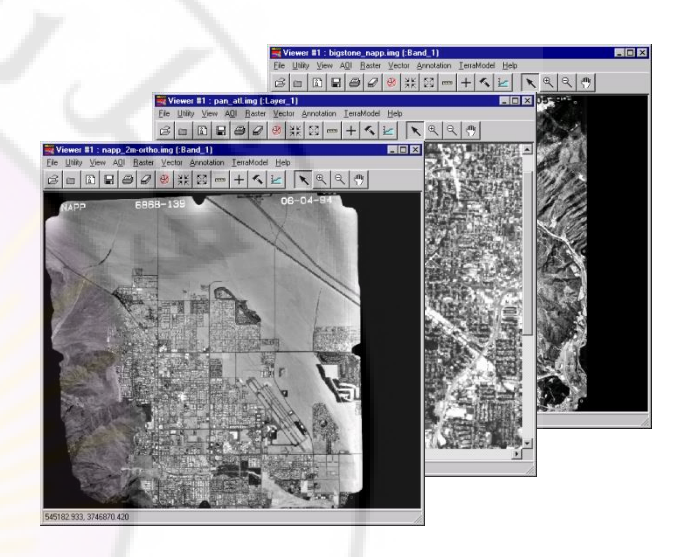
Panchromatic

Multispectral

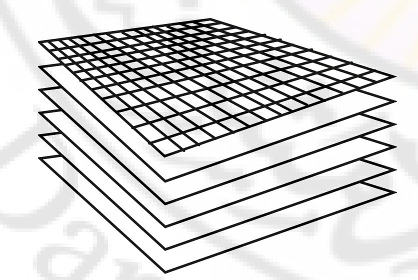
Bands

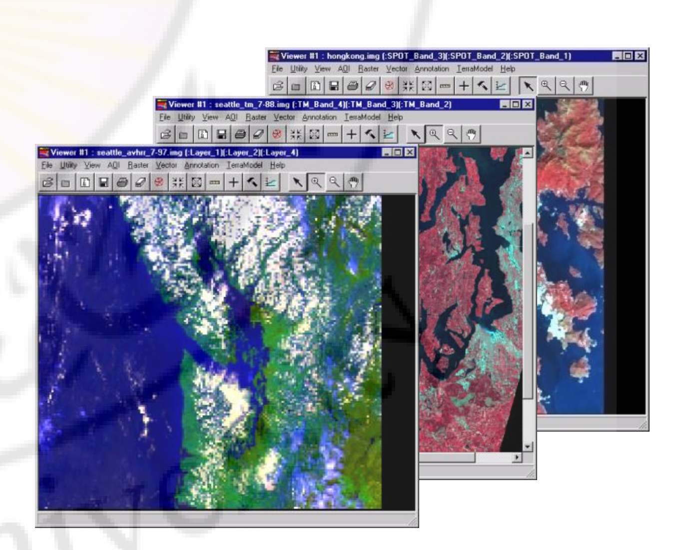
Panchromatic (1 Band/layer)





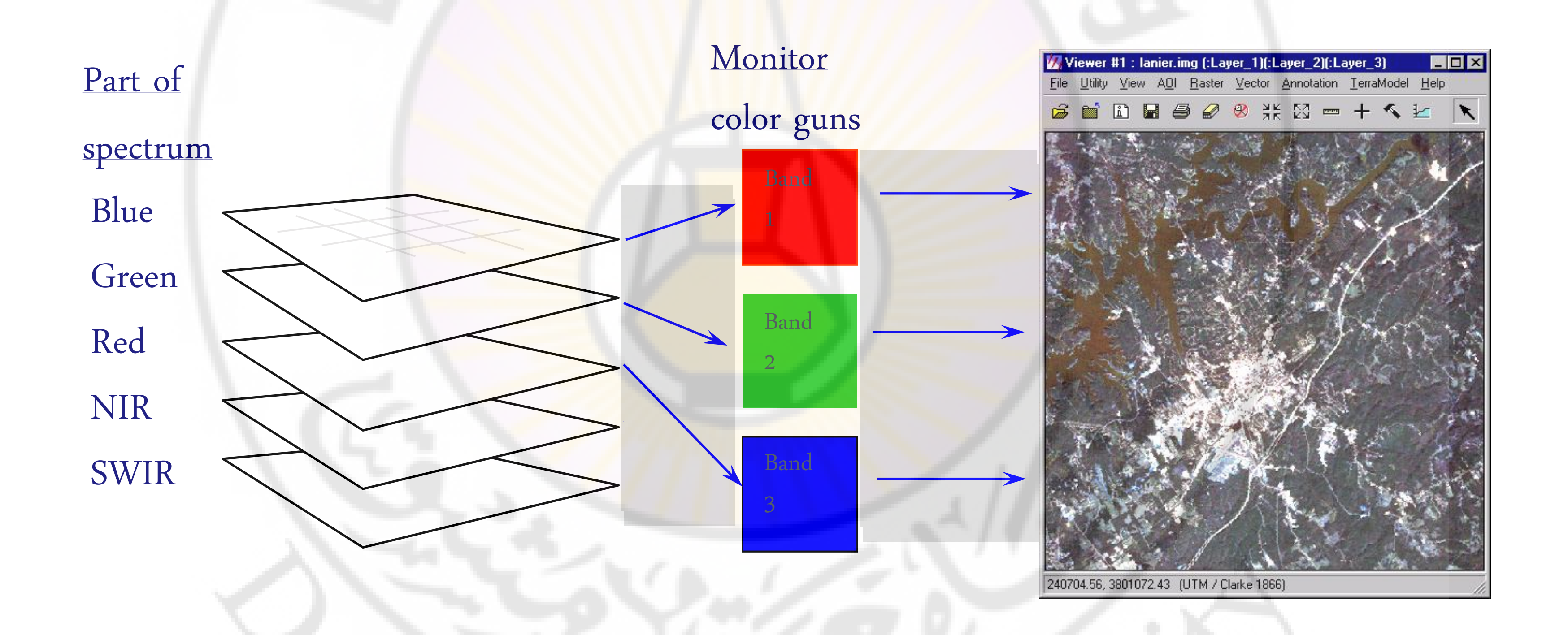
Multispectral (2 or more Bands)





استعراض الصورة

- يمكن استعراض الصورة عبر ثلاث أقنية معاً في كل مرة



• نموذج الألوان الجمعية RGB (الألوان الحقيقية)

• يحتل كل لون يراه الإنسان مكانًا مختلفًا بين ألوان الطيف التي توصل إليها **نيوتن** . فلكل لون طوله الموجي وتردده المميز، وعندما تصل كل ألوان الطيف معًا إلى شبكية عين الإنسان وبكثافة متساوية، فإننا نرى ضوءًا أبيض، وبنفس المفهوم عندما لا يصل إلى الشبكية ضوء، فإننا نتوهم أننا نرى لونًا أسود، وكما أن الأضواء الأحمر، والأخضر، والأزرق – الألوان الأساسية – يُمكن جمعها للحصول على الضوء الأبيض.



وأى لون آخر يُمكننا الحصول عليه عن طريق جمع نسب مختلفة من هذه الألوان الأساسية الثلاثة معًا .. ولذلك يُسمى RGBفإن هذا النموذج اللونى Additiveبنموذج الألوان الجمعية Colors.

تركيب الألوان الحقيقي

True color composition

❖ وفيه يتم دمج ثلاث صور (3 bands) من منطقة الأشعة المرئية (visible region)

❖ يتم إعطاء كل صورة اللون الحقيقي لها لذلك سميت تركيب الألوان الحقيقي

Blue band → blue color

Green band → green color

Red band → red color

- والنموذج اللوني RGB هو من النماذج اللونية الهامة لأنه الأقرب للطريقة التي تدرك بها العين البشرية اللون، وهو أيضًا النموذج الذى تستعمله أجهزة المسح الضوئي Scanners، والكاميرات الرقمية Digital Cameras لالتقاط معلومات اللون بصيغة رقمية Digital Format، كما أنه النموذج الذى تُظهر به شاشة الكمبيوتر اللون.
- وللتحكم في اللون في هذا النموذج يقوم المستخدم بتغيير مقدار كل لون من الألوان الأساسية الثلاثة المكونة للنموذج (الأحمر، والأخضر، والأزرق) بقيمة تتراوح ما بين صفر إلى ٢٥٥، والتغيير في مقدار كل لون يعطينا فرصة الحصول على أكثر من ١٦ مليون لون أو درجة لونية مختلفة.

Example TM-image, band 2-4-3 (R,G,B)

Example TM-image, band 3-2-1 (R,G,B)

التركيب اللوني الزائف

- فيه يتم دمج ثلاثة صور (3 bands) لنفس المنطقة
- أحد هذه الصور مأخوذة في منطقة الأشعة تحت الحمراء (near infra red) أو (middle infra red) و الآخرين في منطقة الأشعة الحمراء و الخضراء

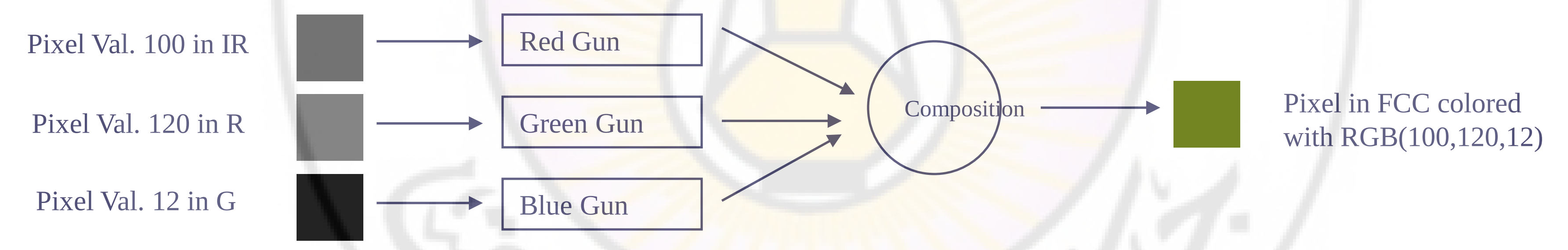
اللون الأحمر ← الصورة للأشعة تحت الحمراء

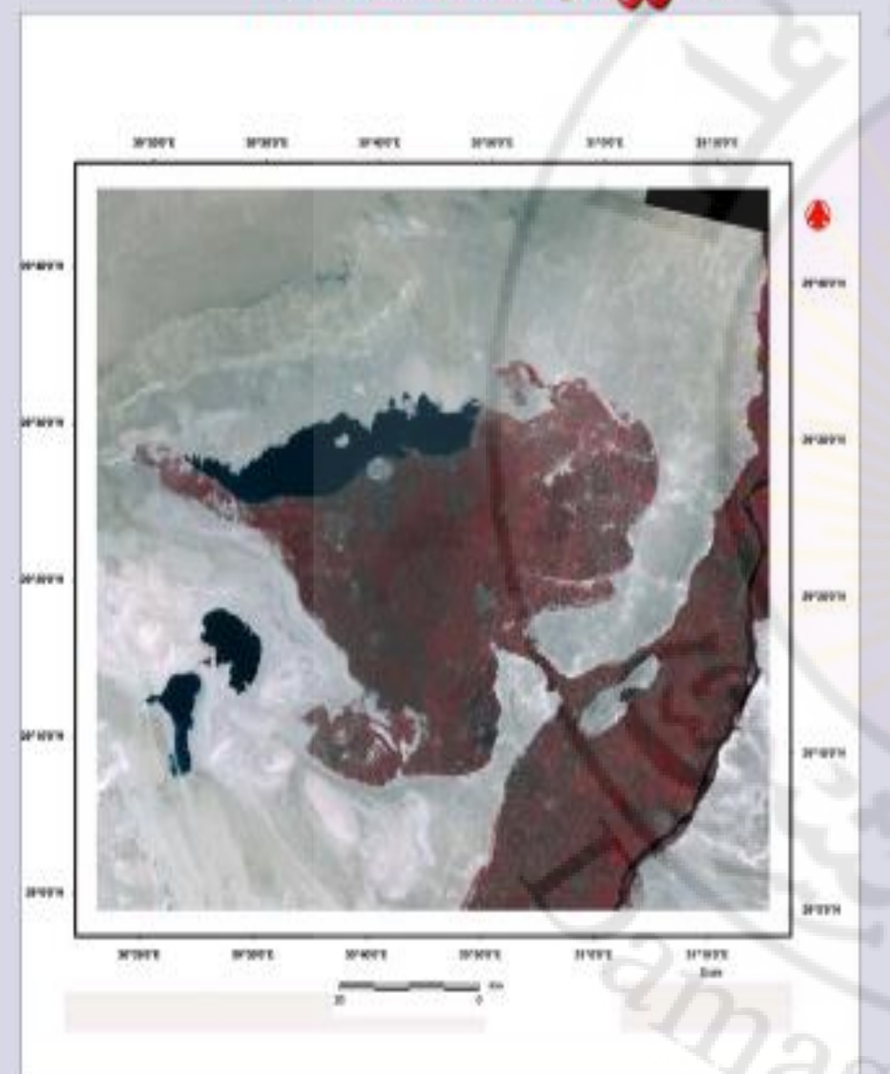
اللون الأخضر ← الصورة للأشعة الحمراء

اللون الأزرق ← الصورة للأشعة الخضراء

التركيب اللوني الزائف False Color Composite

- تستطيع للعين البشرية تمييز عدد كبير من الألوان.
- كل هذه الألوان تعتبر تركيب من ثلاثة ألوان (الأحمر – الأزرق – الأخضر) بدرجات مختلفة.
- يمكن للكومبيوتر محاكاة تركيب الألوان بواسطة خلط هذه الألوان الثلاثة.
- يمكن استغلال هذه الخاصية من خلال تعيين نطاق طاقة لكل لون، عندئذ تكون قيمة البيكسلز (المميزة لشدة الطاقة المنعكسة عن سطح الأرض) هي نسبة اللون.
- يطلق على الصورة التي يستخدم لتركيبها نطاقات غير النطاقات الطبيعية المقابلة أسم False Color Composite.





صورة لاندسات ٧-٤-٢

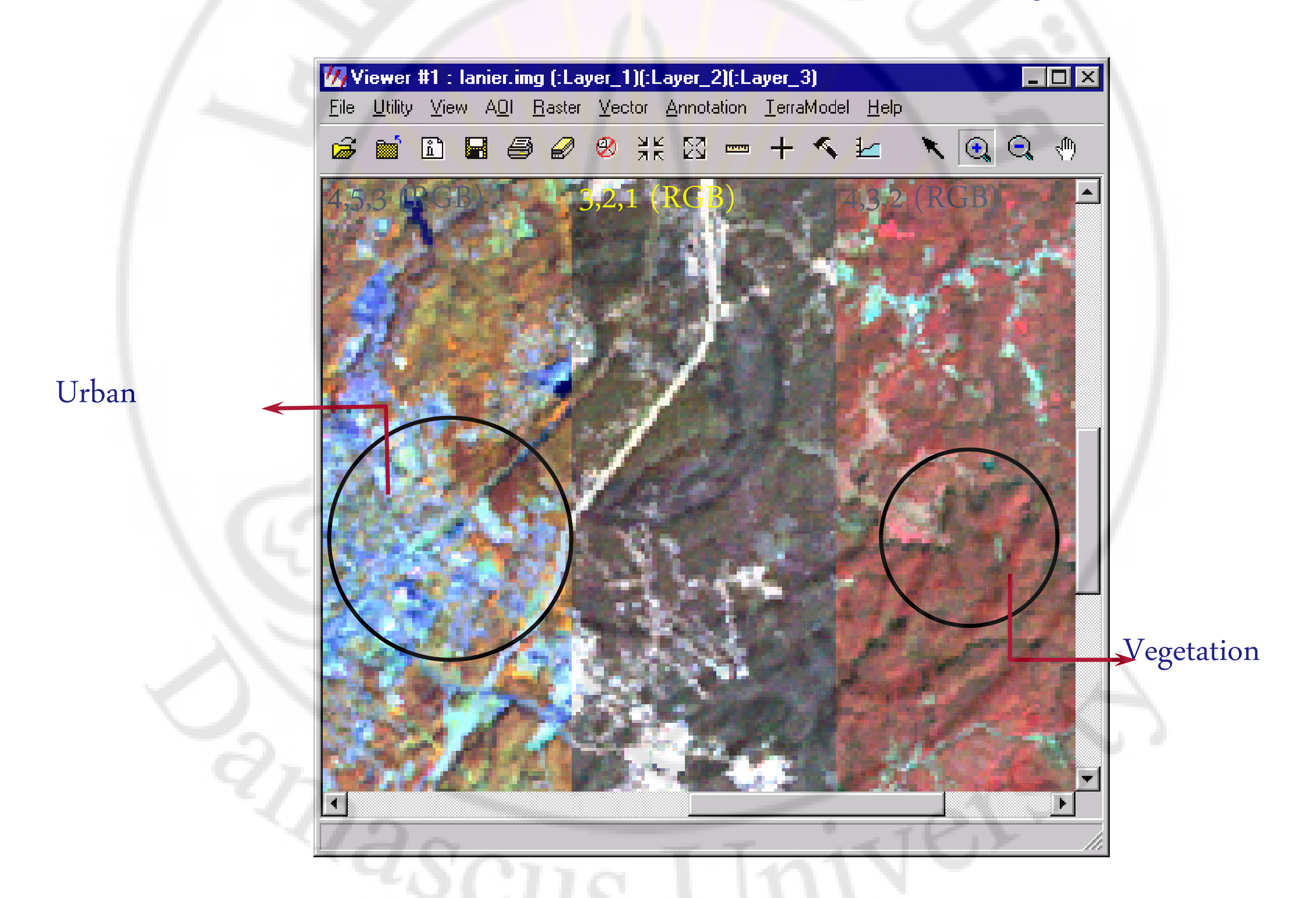
30°20'0"E 30°30'0"E 30°40'0"E 30°50'0"E 31°0'0"E 31°10'0"E

29°40'0"N 29°30'0"N 29°20'0"N 29°10'0"N 29°0'0"N

Km 20 0 Scale

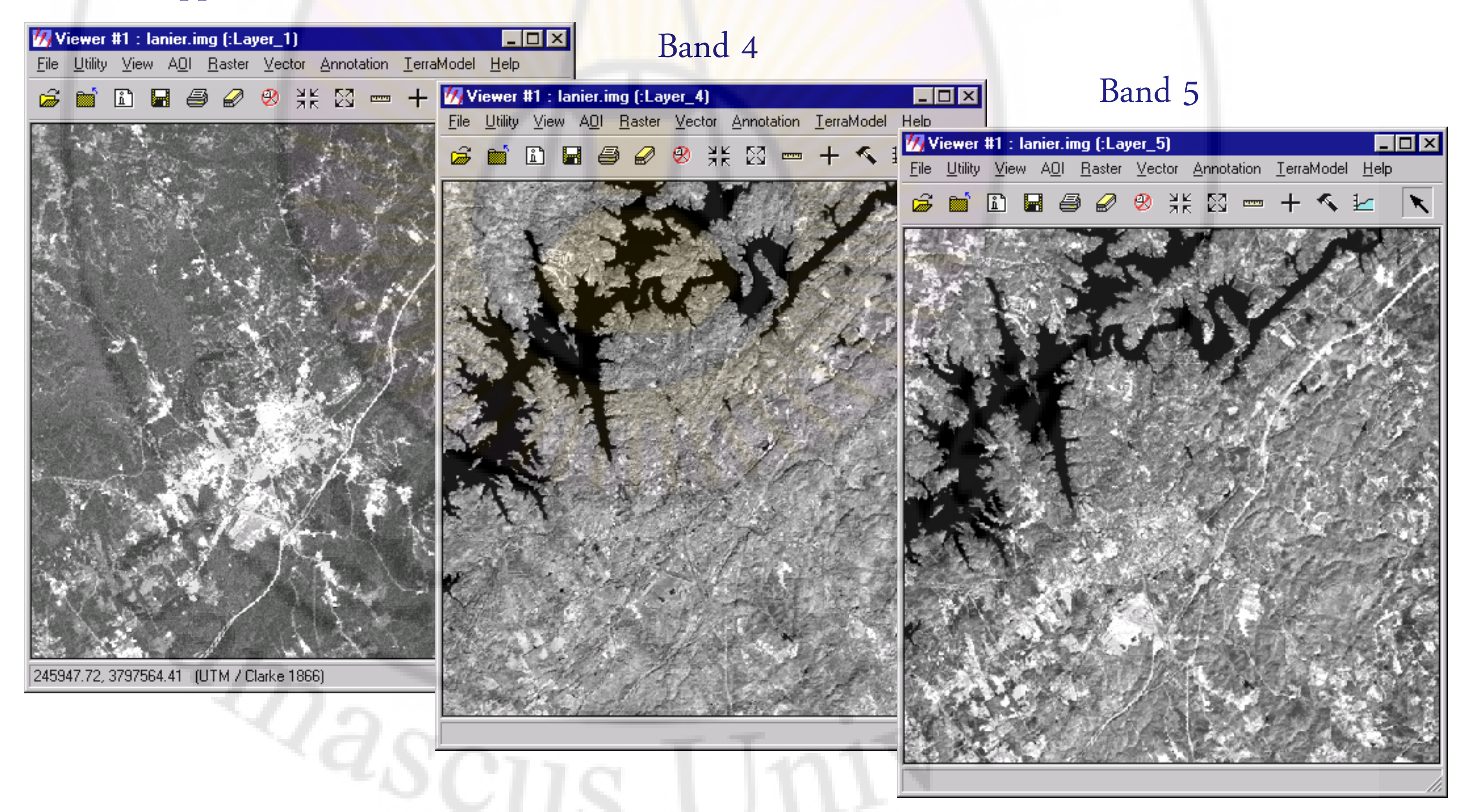
تركيب الأقنية Band Combinations

- تمكن من تمييز الأهداف بشكل أفضل



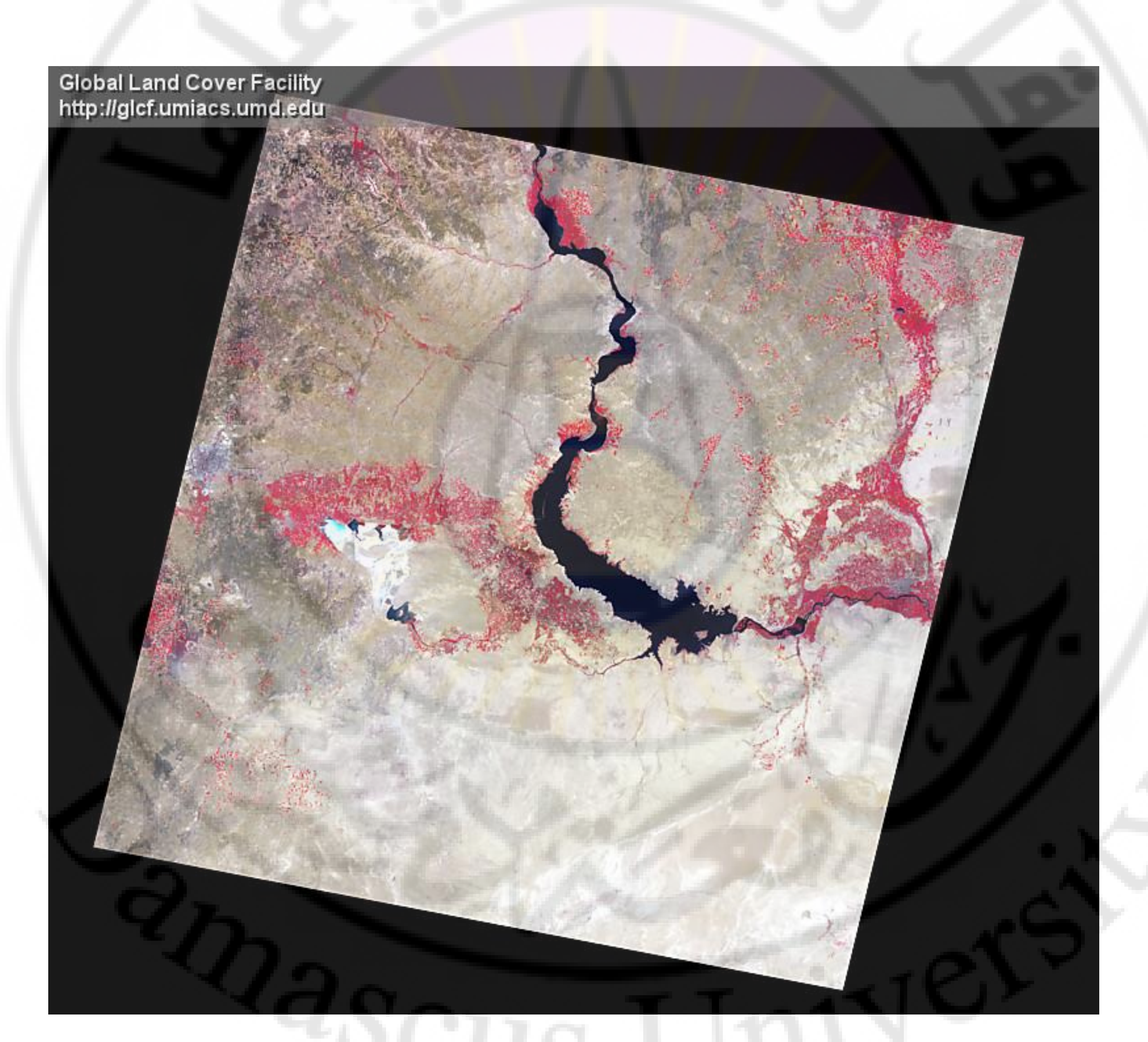
- يمكن عرض كل قناة كصورة منفصلة

Thematic Mapper Band 1



صورة فضائية مأخوذة بالماسح متعدد الأطياف ضمن المجال تحت الأحمر القريب وتظهر باللون الكاذب.

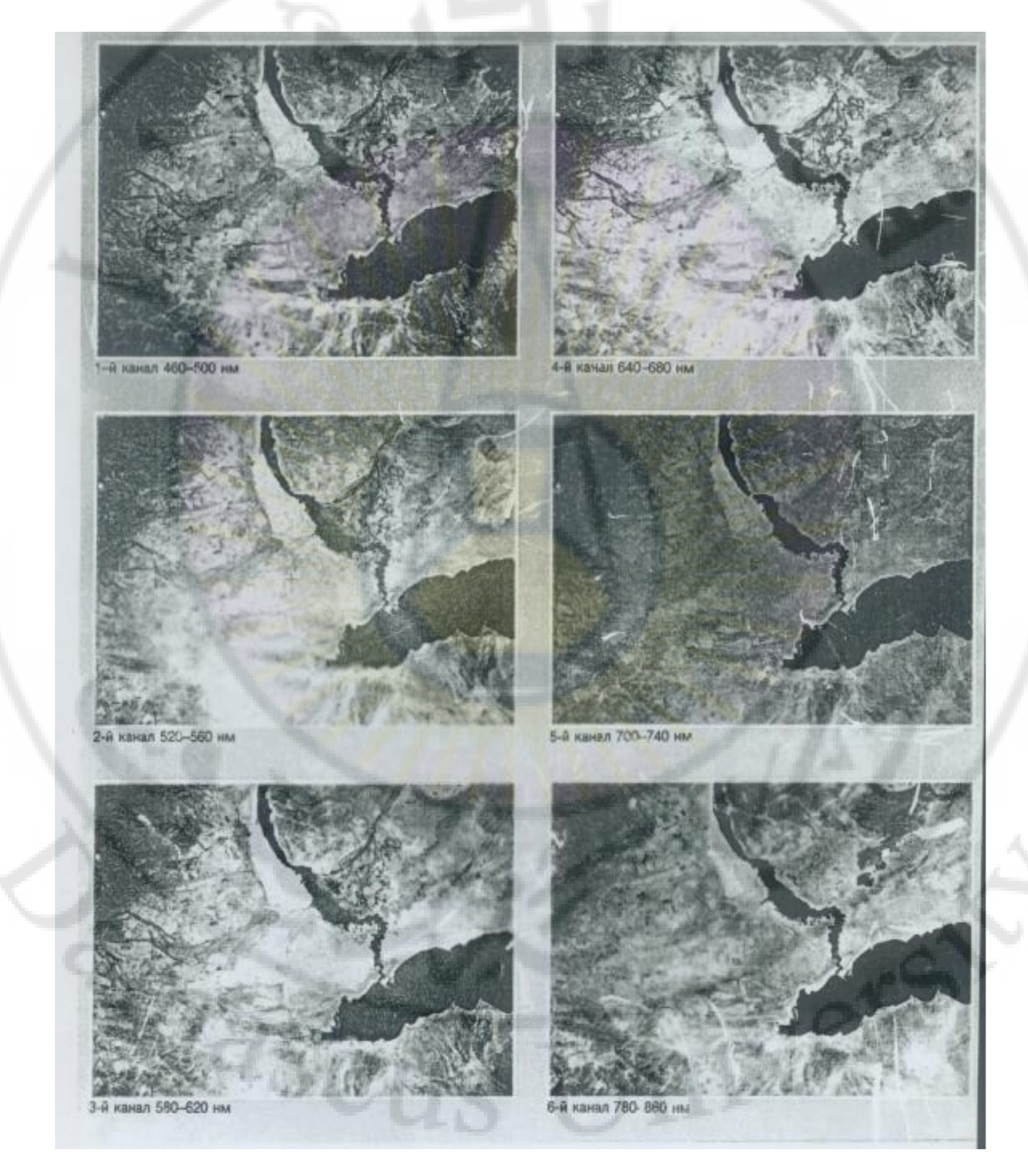
•



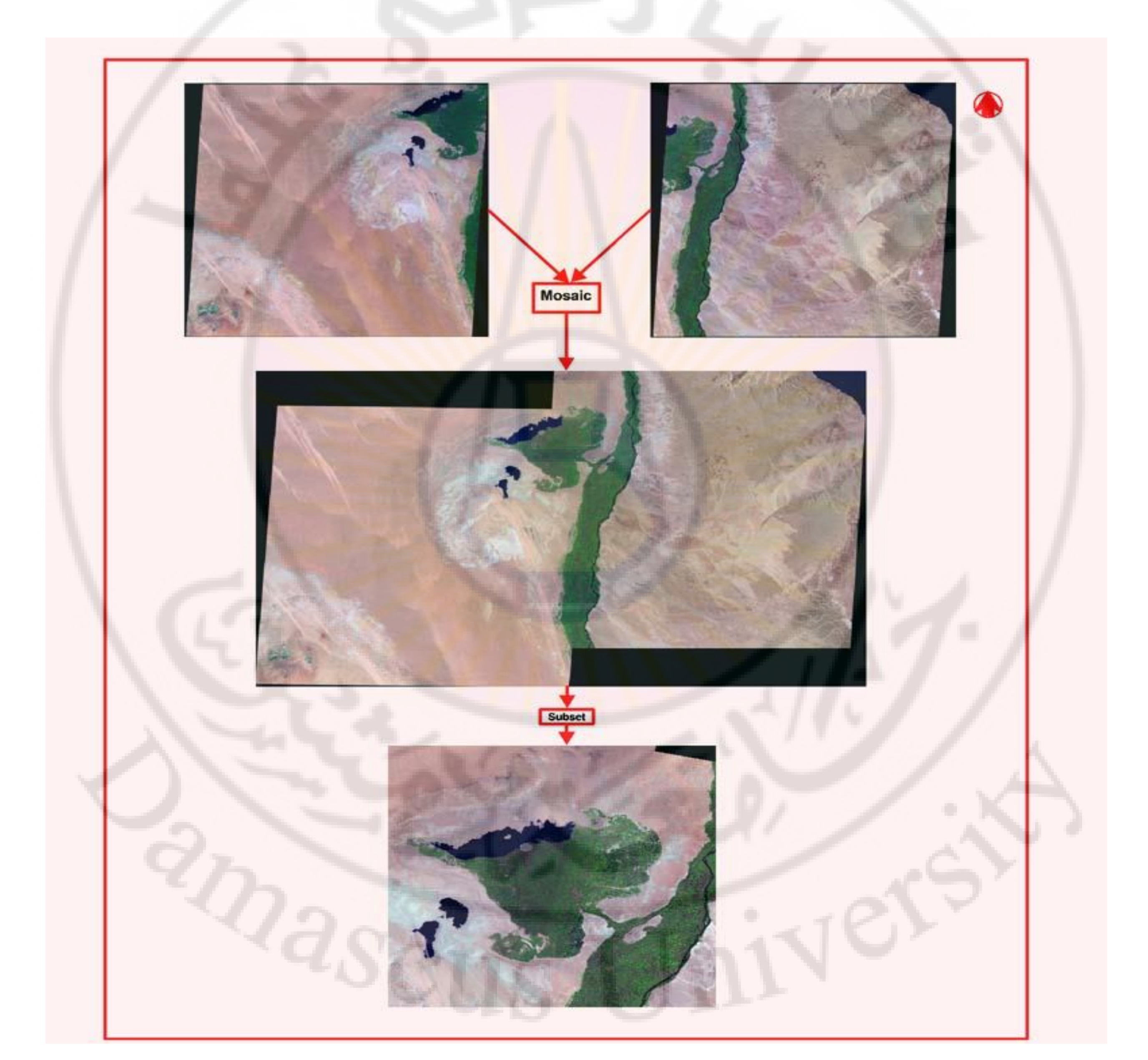
- الصور متعددة الأطياف:

إن المسح متعدد الأطياف يفتح إمكانيات جديدة لرفع وزيادة دقة تفسير الصور لما يتمتع به هذا النوع من معلوماتية عالية. إن تركيب وجمع أفلام وفلاتر ضوئية مختلفة يعطي إمكانية الحصول في وقت واحد على عدة صور لنفس الهدف والذي يعتبر من الناحية الجيومترية متماثلا أما من الناحية الطيفية مختلفا، وذلك لأن كثافة وشدة الأشعة المنعكسة عن الأهداف الطبيعية تتمايز وتختلف ضمن النطاقات الطيفية المختلفة.

صورة فضائية متعددة الأطياف



تجميع الصور

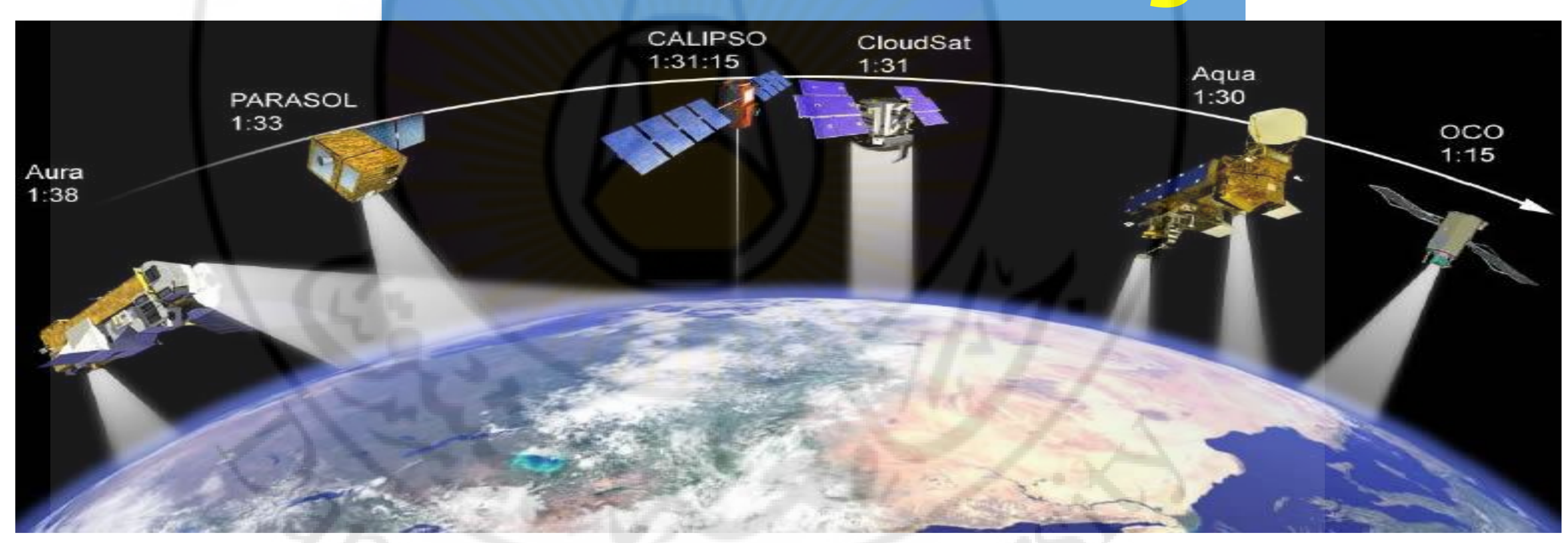


- عند دمج هذه الصور تعطى صور ملونة مكونة من ثلاثة صور فوق بعض
- المناطق الزراعية او الغابات تظهر كألوان مشتقة من اللون الأحمر
- المناطق العمرانية تظهر كمشتقات من اللون الأزرق
- المناطق المائية تظهر باللون الأسود
- يمكن تحديد المناطق العمرانية على أساس إنها المناطق المحددة بالشوارع الرئيسية
- المناطق العشبية و الحشائش تظهر باللون الأحمر البرتقالي
- تظهر مناطق الغابات باللون الأحمر القاتم

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الثامنة

Remote Sensing



تابع انواع الصور الجوية و الفضائية و اهم ميزاتها

- الصور الرادارية:

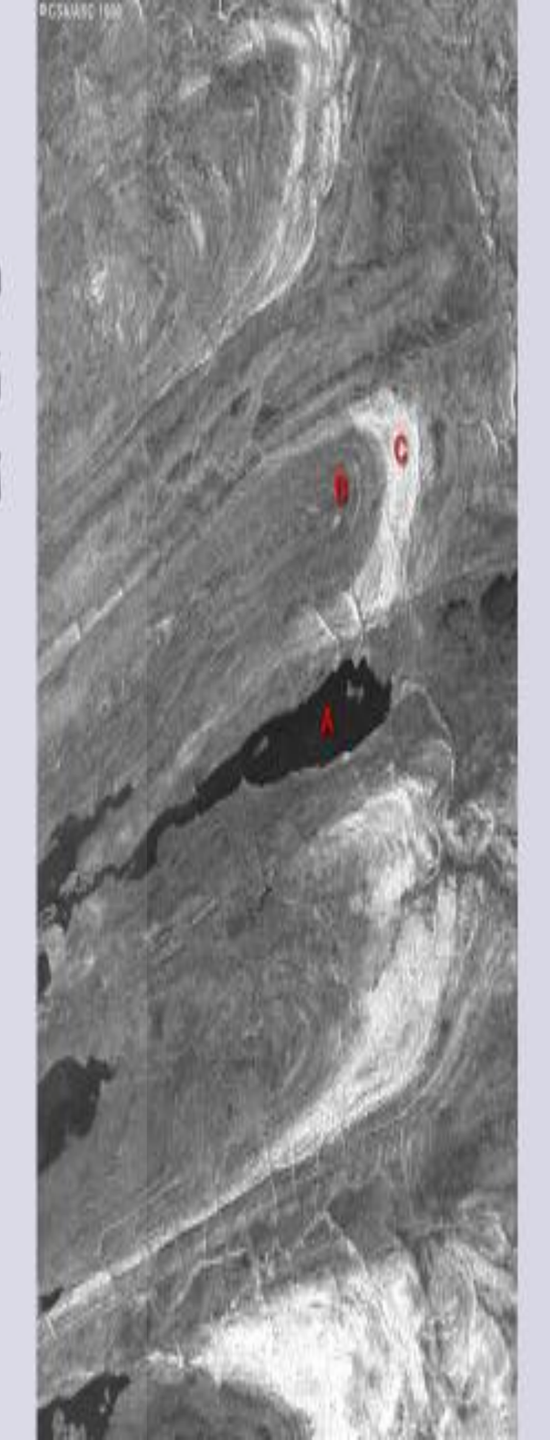
المجال الطيفي للأشعة الرادارية من (١ مم - ١ م). وتؤخذ هذه الصور بواسطة الرادار المركب على التوابع الصنعية مثل رادارسات -١ وألماز والأوربي ومكوك الفضاء.

ميزات هذا المسح:

- إمكانية التصوير في الليل والنهار .
- إمكانية التصوير في الظروف الجوية الصافية والغائمة حيث يمكن للأشعة الرادارية اختراق الرذاذ والمطر والثلج والغيوم والدخان.
- إمكانية اختراق طبقات الأرض.

صورة رادارية تبين فيضانات الأنهار

صورة للتابع رادار سات.
تبين الطيات والتشوهات للطبقات السطحية

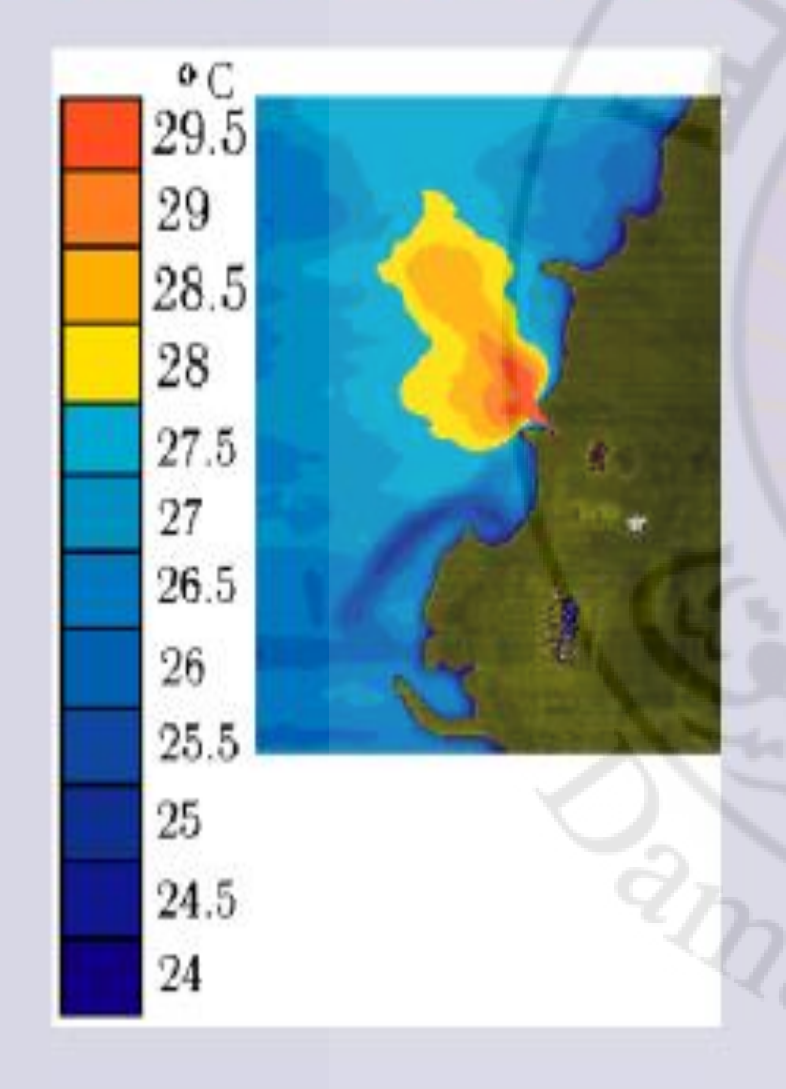


•الصور الحرارية:

يتم تسجيل الصور الحرارية بمواسح حرارية تسجل الإشعاعات المنبعثة في المجال الحراري فقط، تقوم المستشعرات بمقارنة درجات الحرارة مع درجات مرجعية ثابتة وغالبا ما تستخدم درجة الصفر المطلق ويصل الميز الحراري لمعظم المواسح إلى ٠,١ درجة مئوية. ويتم استخدام هذه الصورللكشف عن الأهداف مثل ينابيع المياه الحارة ،انفجار البراكين، مصبات الأنهار،البقع النفطية.



صورة حرارية تبين الشواذات المائية الحارة



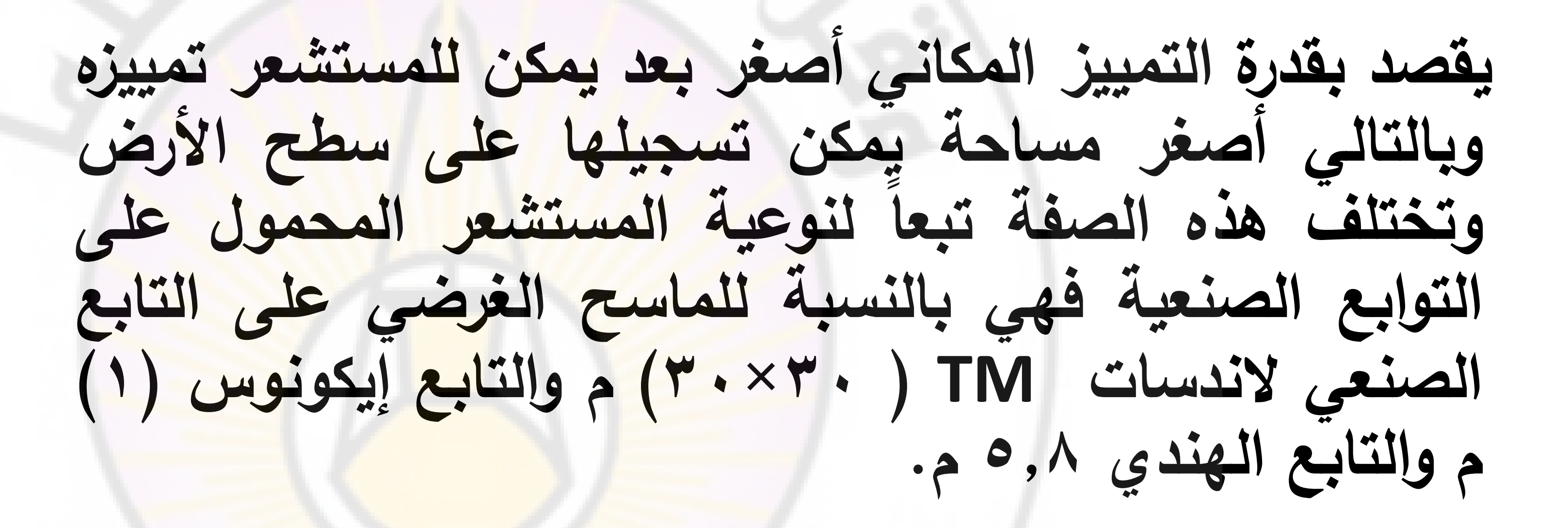
صورة حرارية تبين مصب النهر في البحر

°C
27.5
27
26.5
26
25.5
25
24.5
24

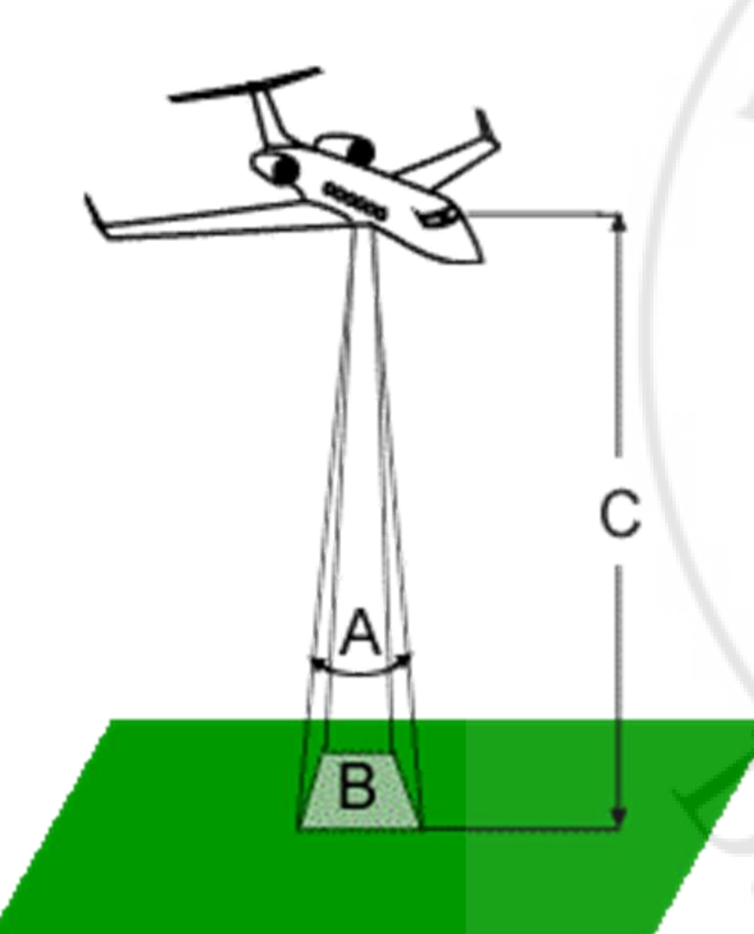
صفات الصور من حيث قدرات التمييز:

الميز المكاني
الميز الطيفي
الميز الزماني
الميز الراديومتري

١. قدرة التمييز المكاني:spatial resolution



يقصد بقدرة التمييز المكاني أصغر بعد يمكن للمستشعر تمييزه وبالتالي أصغر مساحة يمكن تسجيلها على سطح الأرض وتختلف هذه الصفة تبعاً لنوعية المستشعر المحمول على التوابع الصنعية فهي بالنسبة للماسح الغرضي على التابع الصنعي لاندسات TM (٣٠×٣٠) م والتابع إيكونوس (١) م والتابع الهندي ٥,٨ م.

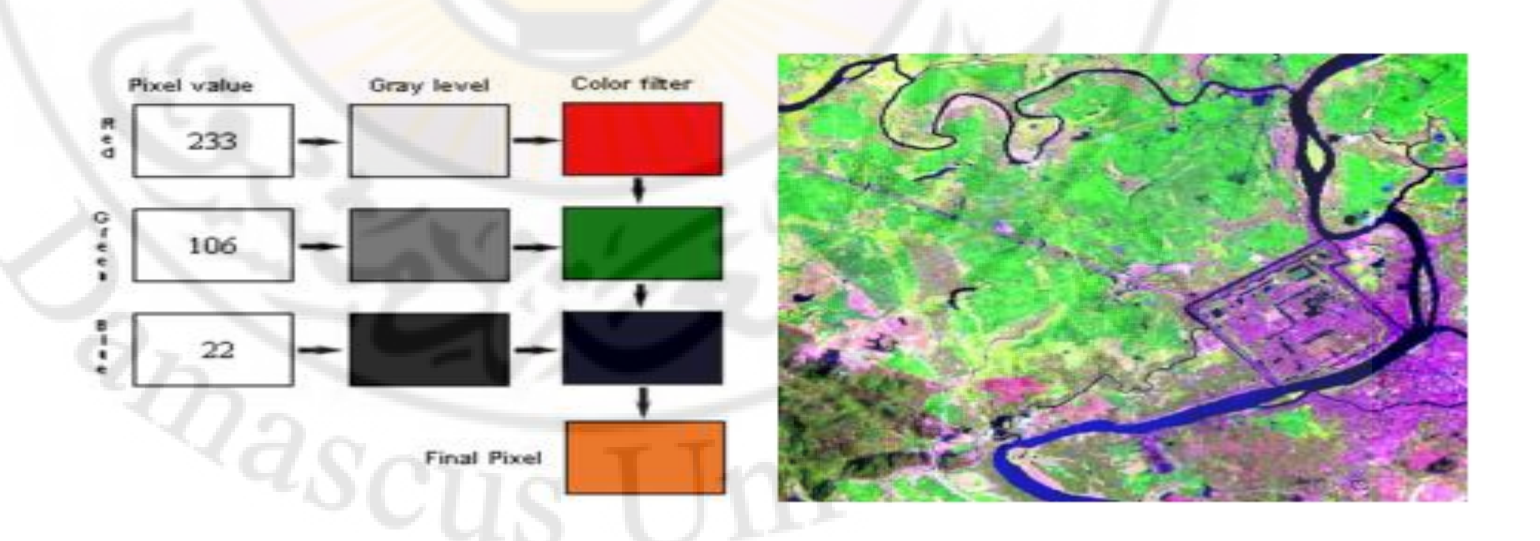


تلعب المسافة بين التابع الصنعي والهدف (في بعض التجهيزات الاستشعارية) دورا كبيرا في تحديد التفاصيل الملتقطة والمساحة المصورة، وبما أن المستشعرات على متن التوابع الصنعية بعيدة جدا عن الأهداف فإن المساحة المصورة كبيرة جدا ولكن التفاصيل قليلة ويمكن مقارنة التوابع الصنعية المناخية التي تصور نصف الكرة الأرضية مباشرة بالطائرات التي تصل المساحة المصورة باستخدام المستشعرات المحمولة عليها إلى ١٠ كم٢ تقريبا.

يعتمد حجم التفاصيل التي تظهر في صورة ما على الميز المكاني (قدرة التمييز المكاني).

مر سابقا أن الصورة مؤلفة من عناصر يدعى كل منها Pixel وهناك علاقة بين مساحة البيكسل على الأرض والميز المكاني للمستشعر، حيث أن مستشعرا ذو ميز مكاني ٢٠ م يعطي صورة مؤلفة من Pixels كل بيكسل أبعاده ٢٠*٢٠ متراً فيما لو عرضت الصورة بكامل ميزها المكاني ولكن مع هذا يمكن عرض صورة ومشاهدتها بشكل يكون البيكسل ذو أبعاد مغايرة للميز المكاني للمستشعر ومع هذا يبقى الميز المكاني ذاته دون تغيير.

لون وسطوع البيكسل يحدد بالقيمة المضمنة في البيكسل



تسمى الصور التي لا تعرض إلا تفاصيل كبيرة وبالتالي يكون حجم الأهداف الأرضية التي يمكن تمييزها عليها كبيرا، صورة منخفضة الميز

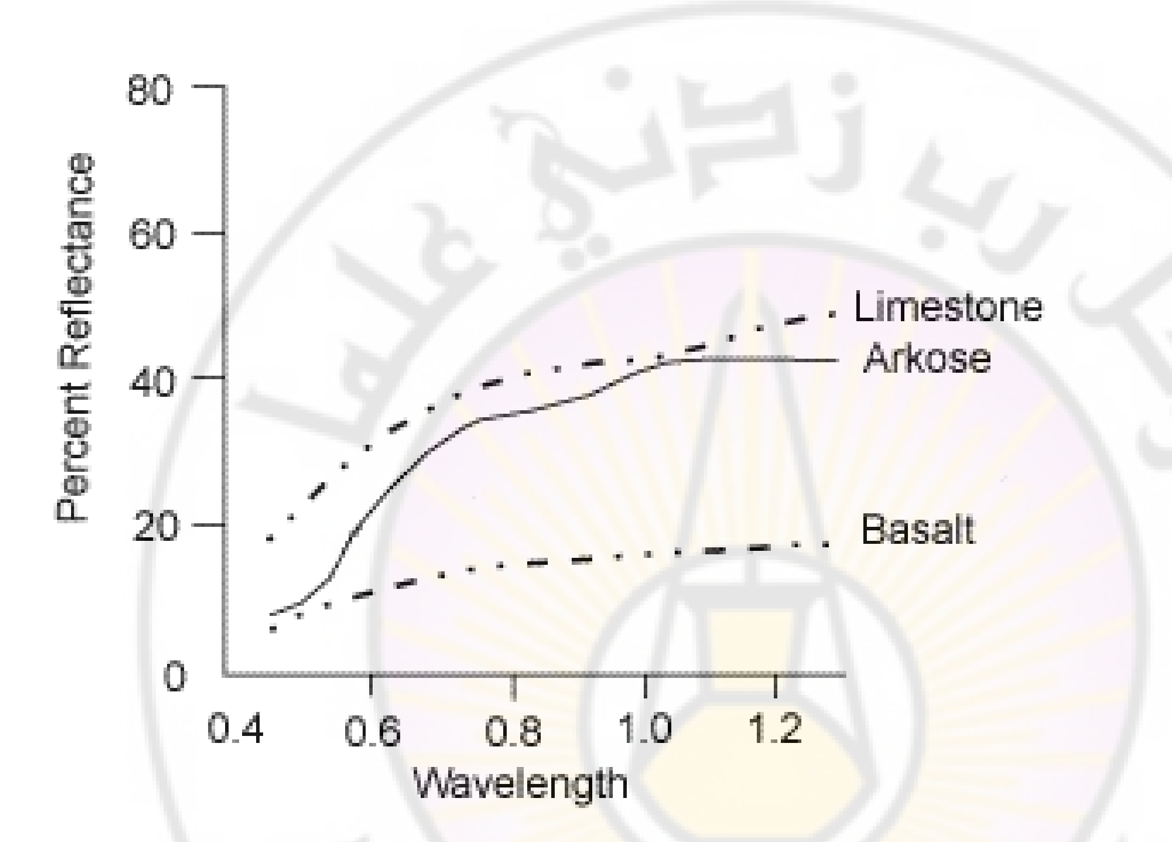
المقياس scale: هو تناسب المسافة على الصورة إلى المسافة الحقيقية على الأرض. فإذا كنت تستعمل صورة مقياسها ١:١٠٠٠٠٠ فهذا يعني أن ١ سم على الصور يقابل ١٠٠٠٠٠ سم أو ١ كم على الأرض.



تسمى الصور التي تعرض تفاصيل صغيرة وبالتالي يكون حجم الأهداف الأرضية التي يمكن تمييزها عليها صغيرا، صورة عالية الميز

٢. قدرة التمييز الطيفي: Spectral resolution

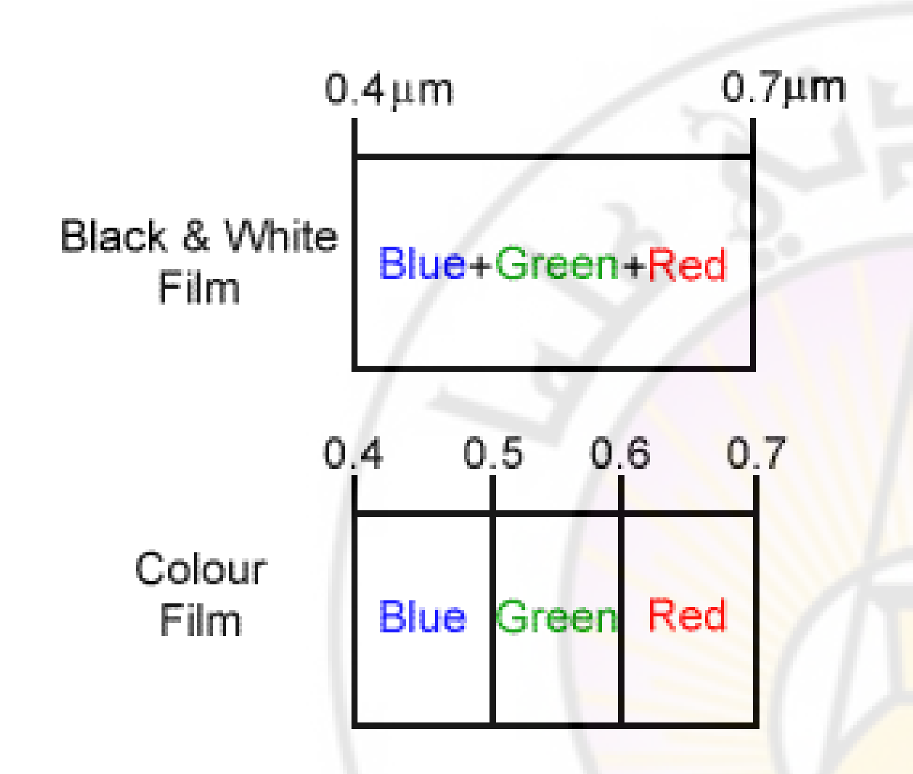
تسجل المعطيات الفضائية ضمن مجالات طيفية متعددة تسمى النطاقات، تسمح برصد الموارد الطبيعية المختلفة، حيث يعكس كل نوع من هذه الأهداف الممسوحة بطرق مختلفة كمية ونوعية معلومة من الأشعة الساقطة تؤدي إلى ظهوره بشكل مختلف عن الأهداف الأخرى وتعتبر هذه الصفة أساسية وهامة للمعطيات الفضائية، حيث يمكن اعتماداً على التعددية الطيفية تحضير المرئيات الفضائية الملونة ودمج نطاقات طيفية مختلفة مما يساعد على تحليل وتفسير الظواهر والأهداف المدروسة.



تبـدي الأهـداف اسـتجابة مختلفـة علـى طـول الطيـــــــــف الكهرومغناطيســـي وأن الأهـداف يمكـن تمييزها عن بعضـها الـــبعض تبعـــا لاستجابتها الطيفية.

وبالتالي حتى يتمكن المستشعر من تمييز هذه الأهداف بعضها عن البعض الآخر يجب أن يمتاز بإمكانية تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف في مجالات ضيقة وهو ما ندعوه الميز الطيفي.

الميز الطيفي: هو أضيق مجال طيفي يمكن للمستشعر أن يقوم برصد وتسجيل استجابة الأهداف ضمنه.



تقوم المستشعرات التي تستخدم الأفلام غير الملونة بتسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف على كل و/أو جزء من المجال الطيفي المرئي، وبالتالي تمتلك ميزاً طيفياً منخفضا لأنها لا تظهر الطاقة المنعكسة عن الهدف في أجزاء مختلفة منه بل تسجل المعلومات بشكل عام وكأنه قناة واحدة، أما باستخدام الأفلام الملونة فيمكن تسجيل الطاقة المنعكسة عن المجال الطيفي الأخضر والأحمر والأزرق كل على حدة وهو ما يعطينا الصور الملونة.

توجد بعض المستشعرات التي تستطيع تقسيم المجال المرئي مثلا إلى مئات من القنوات الضيقة وهي ما نسميها المستشعرات الطيفية الفائقة hyperspectral sensors

٣. الميز الراديومتري : Radiometric resolution

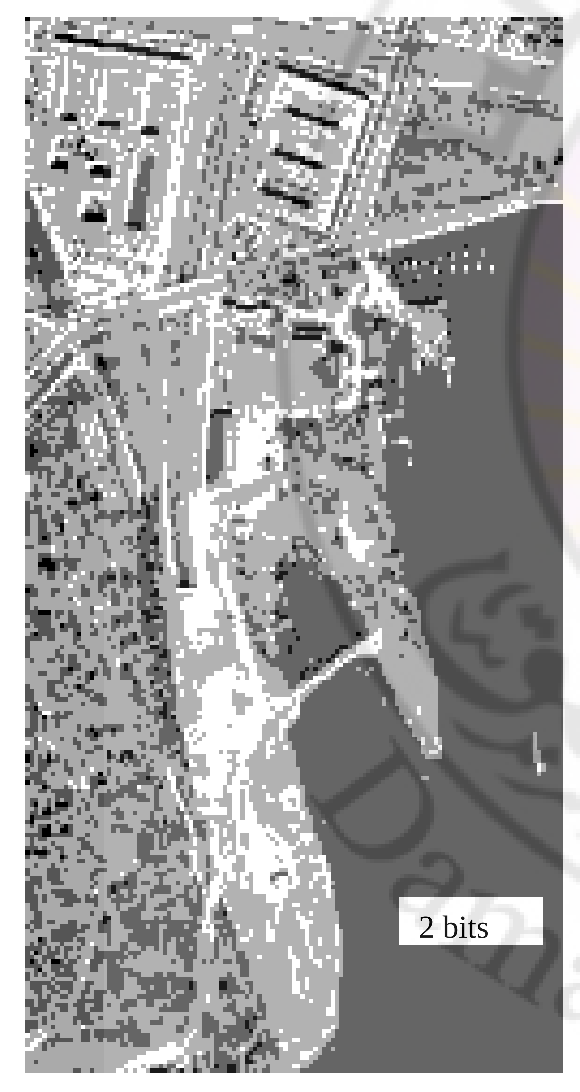
بينما يعكس البيكسل البنية المكانية للصورة فإن الصفات الراديومترية لها تعكس كمية المعلومات الحقيقية في الصورة. إن حساسية المستشعر للمطال الكهرومغناطيسي يتحدد بالميز الراديومتري له.

الميز الراديومتري: هو درجة حساسية المستشعر للمطال الكهرومغناطيسي، وهو يحدد قدرة المستشعر على تسجيل الفروقات الدقيقة في الطاقة، وكلما زاد الميز الراديومتري كلما زادت قدرة المستشعر على التحسس بالفروقات البسيطة في الطاقة الواردة إليه.

إن معلومات الصورة يتم تمثيلها بأرقام (digital numbers) وهي تعتمد على عدد الـ Bits المستخدمة في تسجيل البيانات، فلو سجلنا البيانات باستخدام بت واحد عندها يمكن حساب الدرجات اللونية التي تستطيع الصورة إظهارها وفق العلاقة:

$$2^{bits} = 2^{1} = 2$$

الميز الراديومتري





$2^{bits} = 2^1=2$

أي أن الصـــورة يمكـــن أن يظهر عليها درجتين لونيتين، أما باستخدام ٨ bits أو بايت واحد فـإن عـدد الألـوان أو الـــدرجات اللونيـــة الظاهرة على الصورة سيكون ٢٥٦، ويكمن استخدام عدد bits أكبر كأن نستخدم ١٦ أو ٣٢bits

٤.الميز الزماني(التكرارية الزمنية) : Temporal resolution

الميز الزماني: هو الزمن اللازم لأن يلتقط التابع الصنعي صورة ثانية لمساحة ما من الأرض بنفس القطاع الزاوي (بنفس الزاوية).

إضافة إلى الميز المكاني يستخدم في الاستشعار عن بعد ما يسمى بالصور المتكررة زمنيا وذلك لأن الأهداف المدروسة قد تتغير استجابتها مع الزمن لذلك يلتقط للهدف الواحد أكثر من صورة خلال الفصل وذلك لمراقبة التغيرات الطارئة على الهدف خلال فترة ما كمراقبة الأطوار الفينولوجية لنبات ما.

يمكن الحصول على المعطيات الفضائية في فترات زمنية متكررة أو دورية، تختلف حسب التابع الصنعي وتبلغ بالنسبة للتابع الصنعي لاندسات (١٦) يوماً وسبوت (٢٦) يوماً. وتتقلص إلى أربع أيام بالتصوير المائل أما بالنسبة للتابع الصنعي نوى فهي (١٢) ساعة وميتيوسات نصف ساعة فقط. وللتكرارية الزمنية التي تمتاز بها المعطيات الفضائية أهمية خاصة في رصد ومراقبة الأنظمة البيئية والظواهر الديناميكية وتمكن الراصد من المراقبة المستمرة والقيام بالإنذار المبكر عند الحاجة.

ان التكرارية الزمنية هامة جداً للأسباب التالية :

١- تحديد فترات خلو السماء من الغيوم في المناطق المغطاة باستمرار بالغيوم

٢- مراقبة و دراسة الظواهر قصيرة العمر (الفيضانات ، التسرب النفطي ، الحرائق ، الخ ...) التي تحتاج الى ان يتم تصويريها اثناء حدوثها

٣-دراسات المقارنة كمراقبة الإصابات المرضية للمحاصيل و الغابات و مدى تطورها

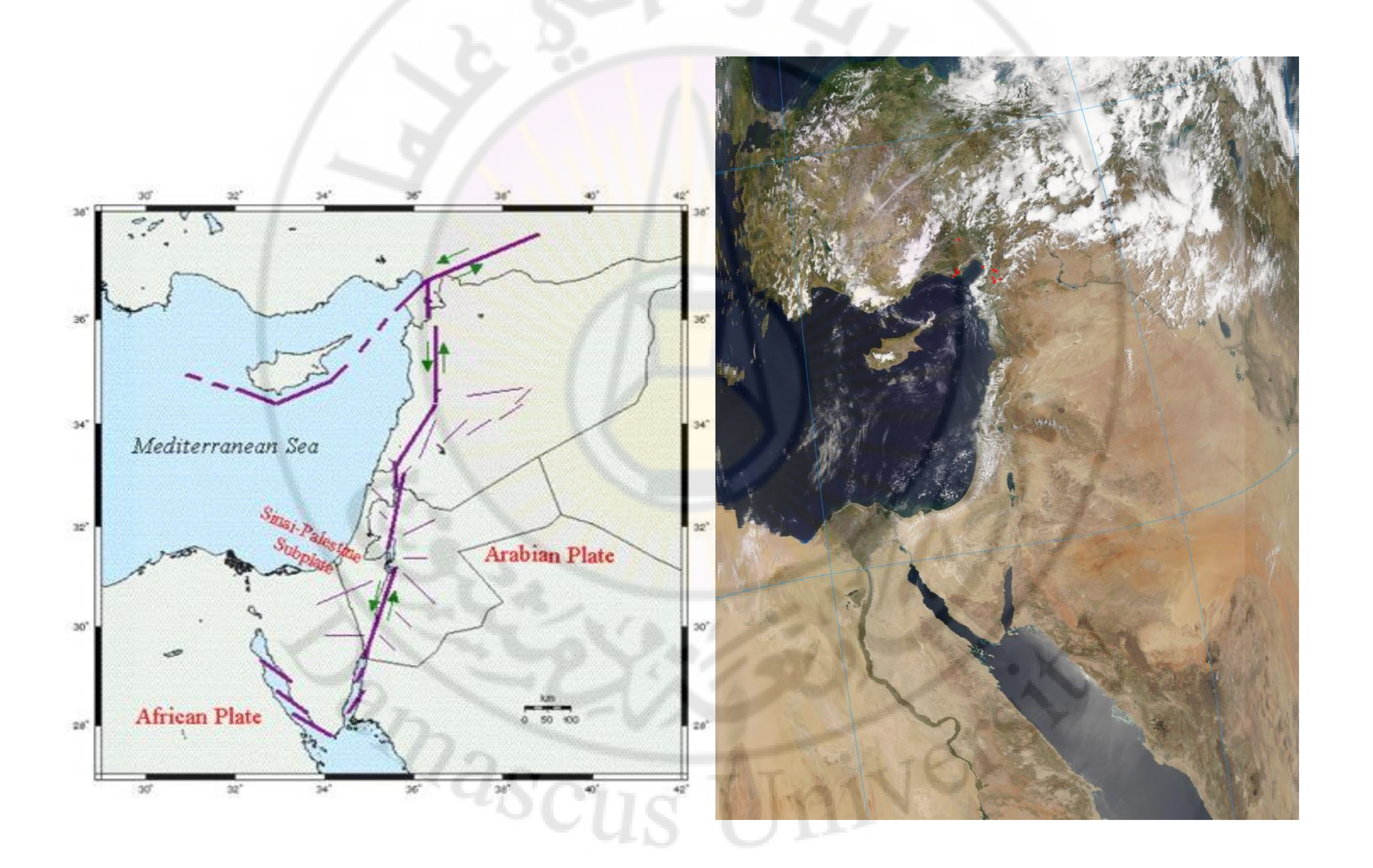
٤- دراسة الأهداف المتغيرة مع الزمن لتمييز الأهداف المتشابهة (الذرة و القمح) او (الشعير و القمح) الخ...

تمتاز بعض التوابع الصنعية بقدرتها على إنقاص الميز الزماني لها عن طريق توجيه مستشعراتها نحو المنطقة المراد تصويرها من أكثر من موقع

تصنيف المرئيات بناءاً على قدرة التمييز:

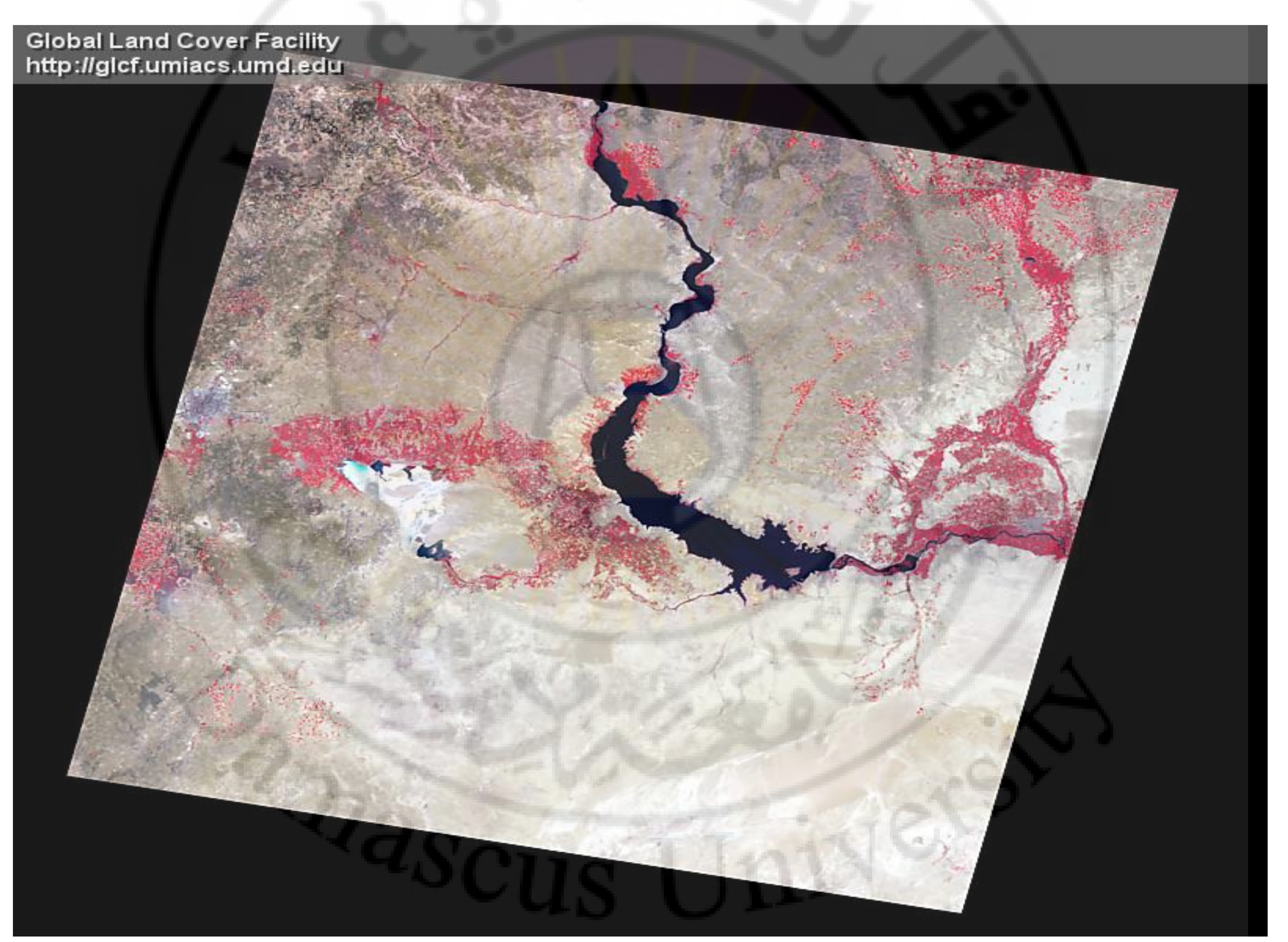
- صور ذات قدرة تمييز ضعيفة جدا ١٠٠٠ م
- صور ذات قدرة تمييز ضعيفة ١٠٠ م
- صور ذات قدرة تمييز متوسطة ٣٠ م
- صور ذات قدرة تمييز عالية ١٠ م
- صور ذات قدرة تمييز عاليةً جداً ١ م

صورة فضائية ذات قدرة تمييز ضعيفة جدا ١٠٠٠ متر



صورة فضائية لاندسات للمنطقة الشمالية من سوريا

ذات قدرة تمييز متوسطة ٣٠ متر

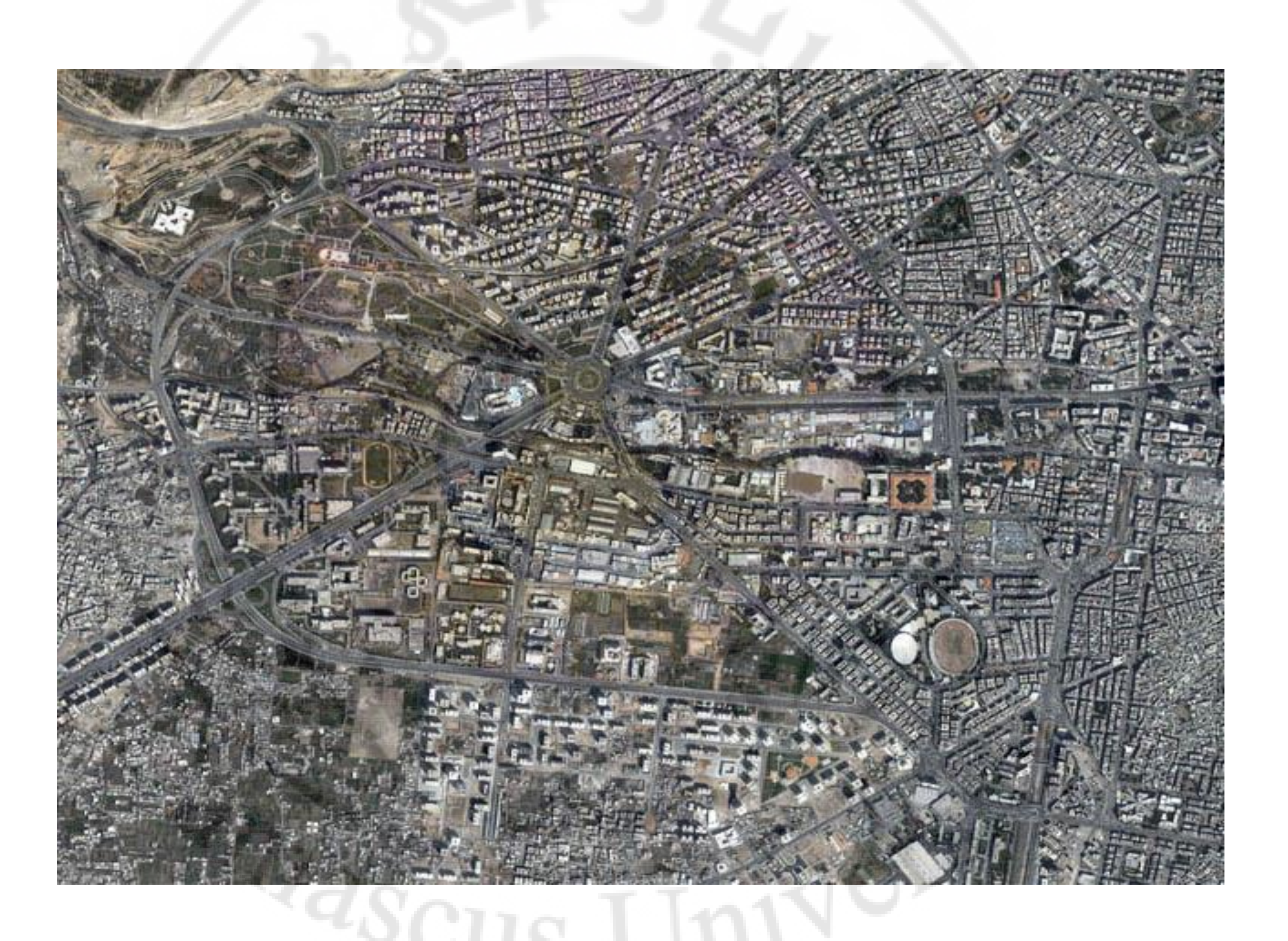


صورة فضائية لتسونامي في ٢٥ كانون الاول ٢٠٠٤ ذات قدرة تمييز عالية


December 26, 2004

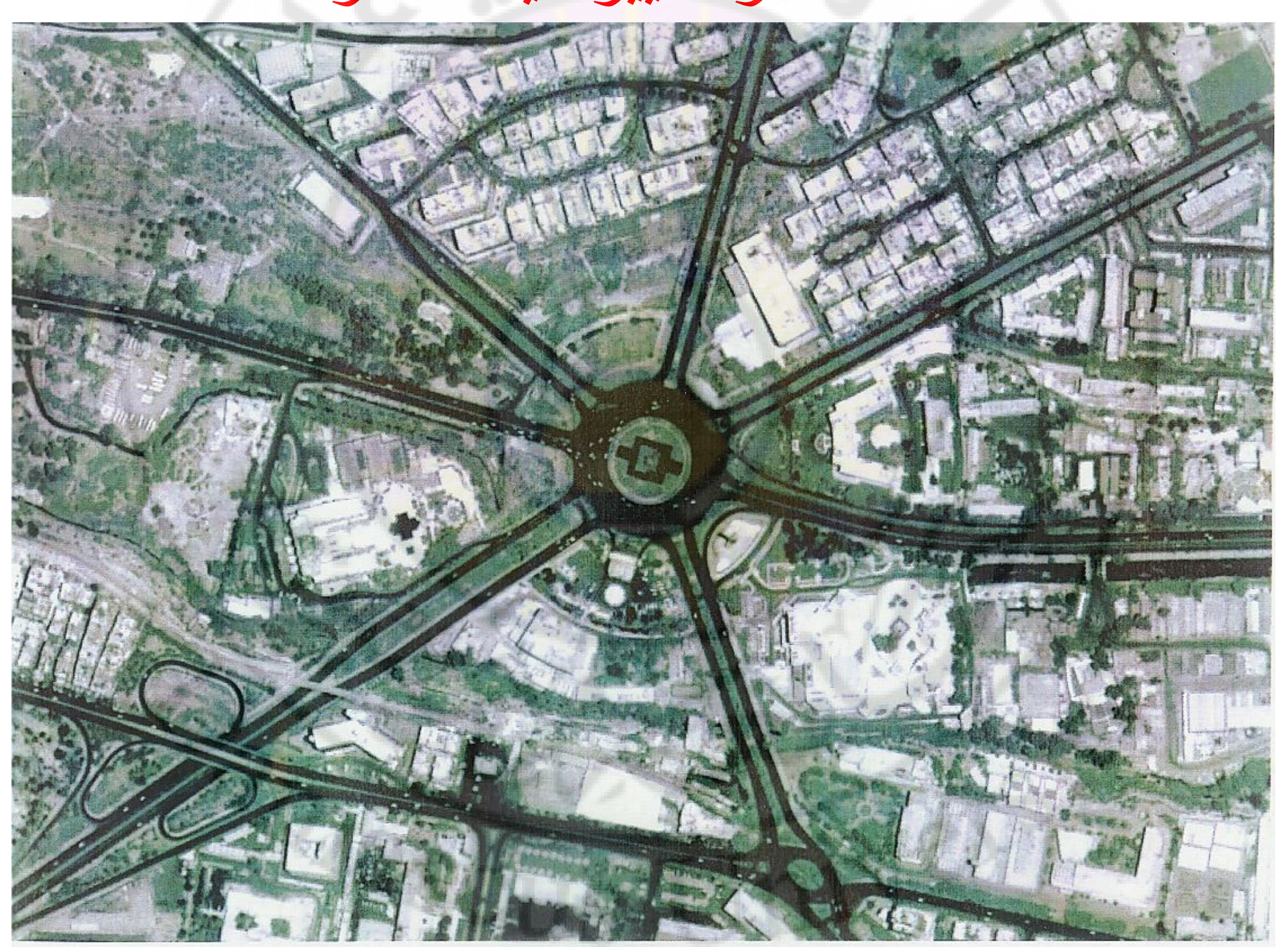

January 1, 2004

صورة فضائية (ساحة الامويين)



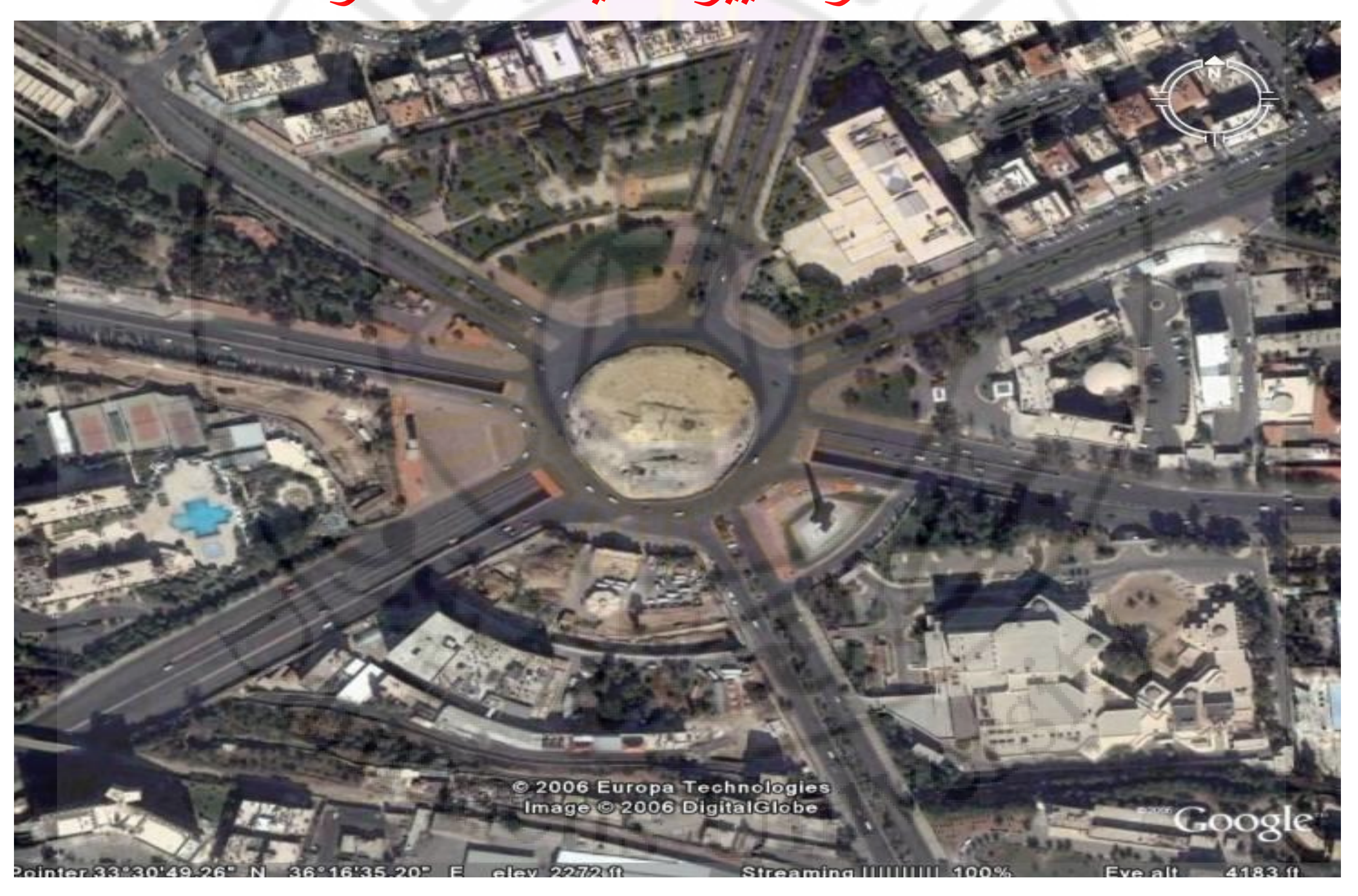
صورة فضائية ايكونوس (ساحة الامويين)

ذات قدرة تمييزعالية ٤ متر

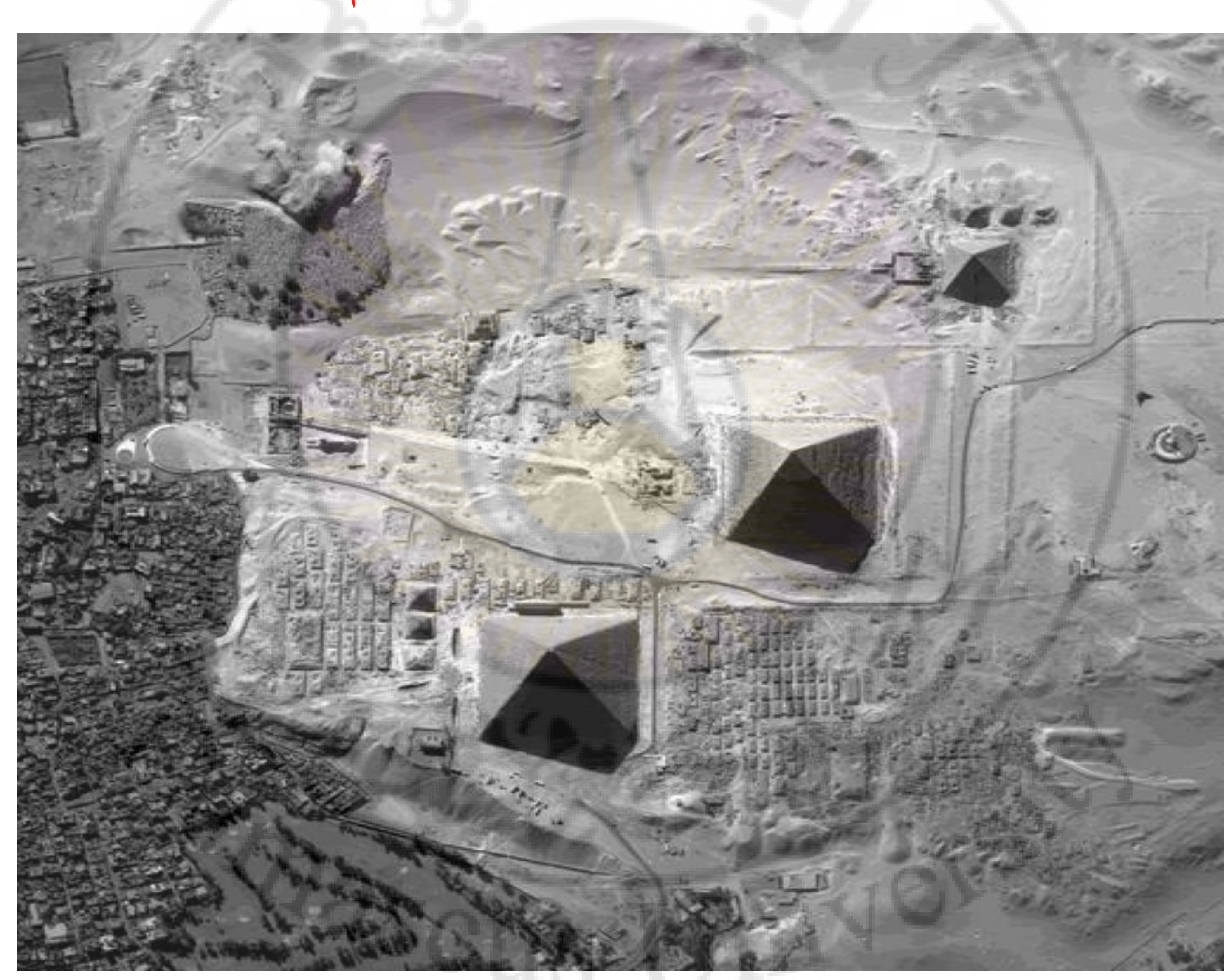


صورة فضائية كويك بيرد (ساحة الامويين)

ذات قدرة تمييز عالية ٣,٢٨ متر



صورة فضائية ايكونوس (الاهرامات) ذات قدرة تمييزعالية جدا ٨٢ سم



صورة فضائية كويك بيرد (الاهرامات) ذات قدرة تمييزعالية جدا ٦١ سم



صورة فضائية ذات قدرة تمييزعالية جدا تبين زلزال باكستان في تشرين الاول ٢٠٠٥

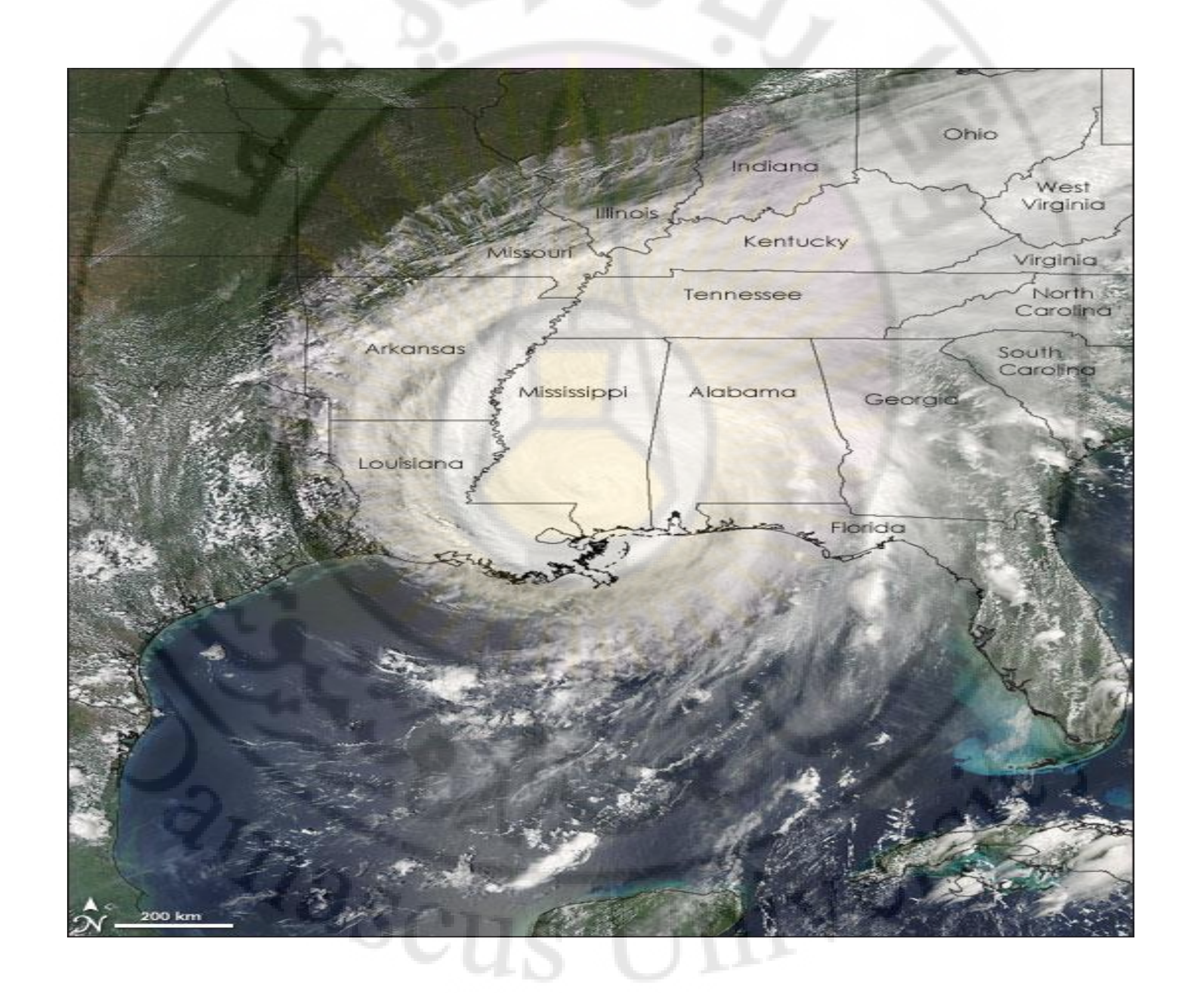


تصنيف المرئيات بناءاً على مساحة التغطية:



- عالمية
- اقليمية
- محلية

صورة فضائية اقليمية تبين حركة الغيوم



صورة فضائية اقليمية تبين تشكل الأعاصير

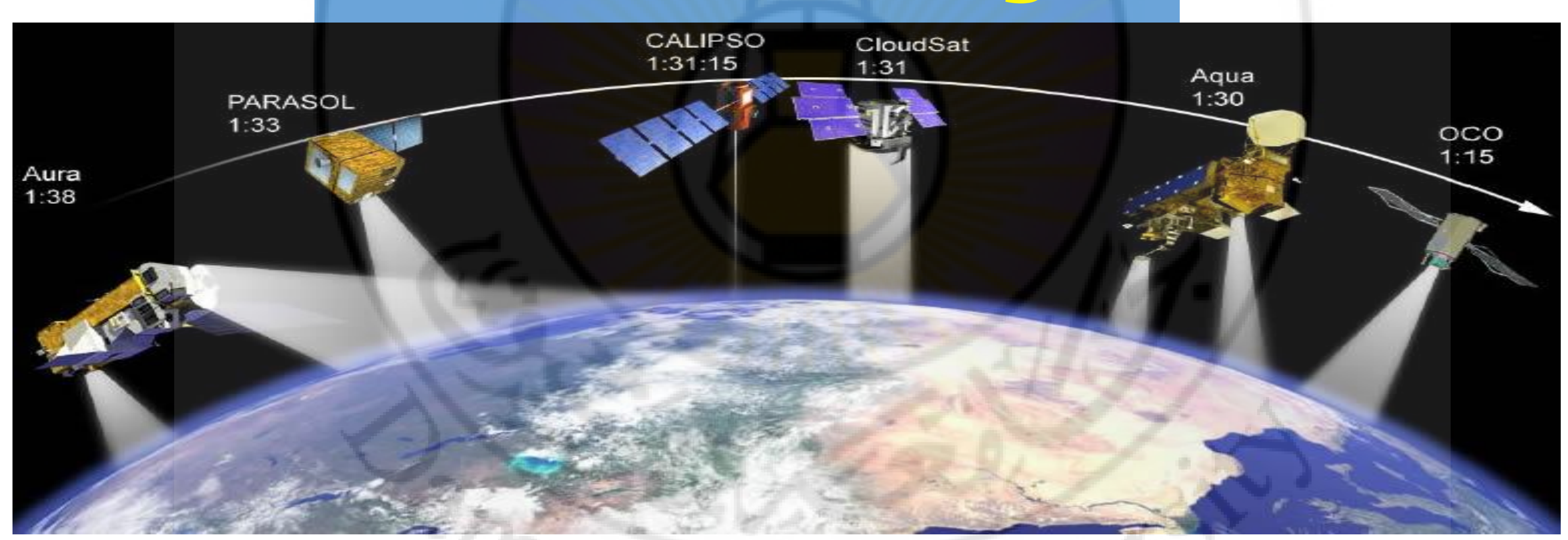
صورة فضائية اقليمية تبين العواصف الرملية والغبارية



مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة العاشرة

Remote Sensing



تطبيقات

ميزات تقنيات الاستشعار عن بعد

الشمولية: يمكن للصورة الفضائية الواحدة أن تغطي مساحة واسعة لا يتسنى لعين الإنسان أو أية تقنية أخرى الإحاطة بها، واعتماداً على هذه الشمولية يمكن مراقبة ودراسة مساحات واسعة تحت نفس الشروط وبنفس الزمن.

- إمكانية الحصول على المعطيات الاستشعارية بشكل رقمي مما يمكن من إدخالها إلى الحاسوب ومعالجتها رقميا".

- دراسة الأماكن صعبة الوصول.

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد من خلال صور ومعلومات الأقمار الصناعية وبالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية وتتلخص الاستخدامات المختلفة لبيانات الاقمار الصناعية في الاتي:

١- مسح وتقييم الموارد الطبيعية وادارتها ومعالجة المشكلات البيئية عن طريق تفسير وتحليل الصور الفضائية والجوية بأساليب التحليل البصري او التحليل الرقمي واستخلاص المعلومات منها بما يخدم أغراض المشاريع المنفذة أو الجهات المستفيدة وتقديم المعلومات علي شكل صور معالجة وخرائط وتقارير وجداول احصائية توضح كل ما يتعلق بأستخدام الصور في دراسات الموارد الطبيعية قيد البحث

٢- الدراسات المتعلقة بالبيئة الصحراوية وتحديد مناطق التصحر ومتابعة حركة الكثبات الرملية وزحف الصحراء وخاصة في المناطق الحيوية كالواحات ومناطق التداخل بين الوادي والصحراء

٣- دراسات الموارد المائية ومصادرها وأحواض الانهار ومجاري المياه والمسطحات المائية

٤- اعداد الخرائط والمعلومات المتعلقة باستخدامات الأراضي والتغيرات التي تطرأ عليها من خلال تفسير وتحليل الصور الفضائية بشكل دوري

٥- اعداد خرائط تصنيف التربة وتركيبها وتقدير درجة خصوبتها وملائمتها للزراعة والأستخدامات المختلفة

٦- مسح وتصنيف وتقييم الغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل الزراعية الدائمة والموسمية وتقييم كفاءة طرق الري وكشف الأمراض النباتية

٧- دراسة البيئات الطبيعية كالغابات وتحديد أنواع الأشجار وكثافتها وتقييم حالتها

٨- دراسة حالة المراعي الطبيعية بما يخدم برامج ادارة وتنمية المراعي

٩- دراسات التلوث البيئي وتحديد مصادره المختلفة

١٠- الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية والبحث عن الثروات المعدنية

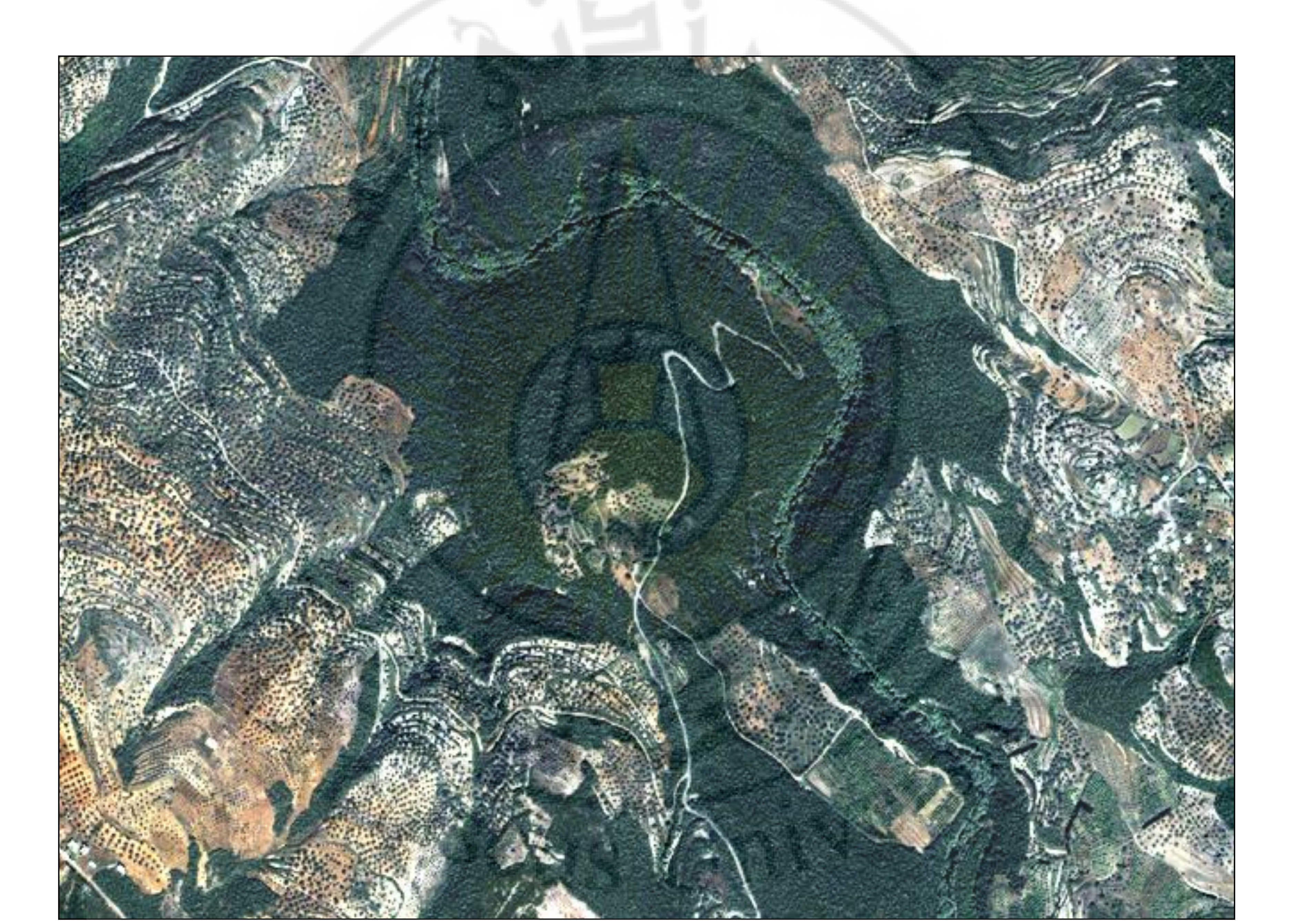
١١- انتاج أطالس الصور الفضائية

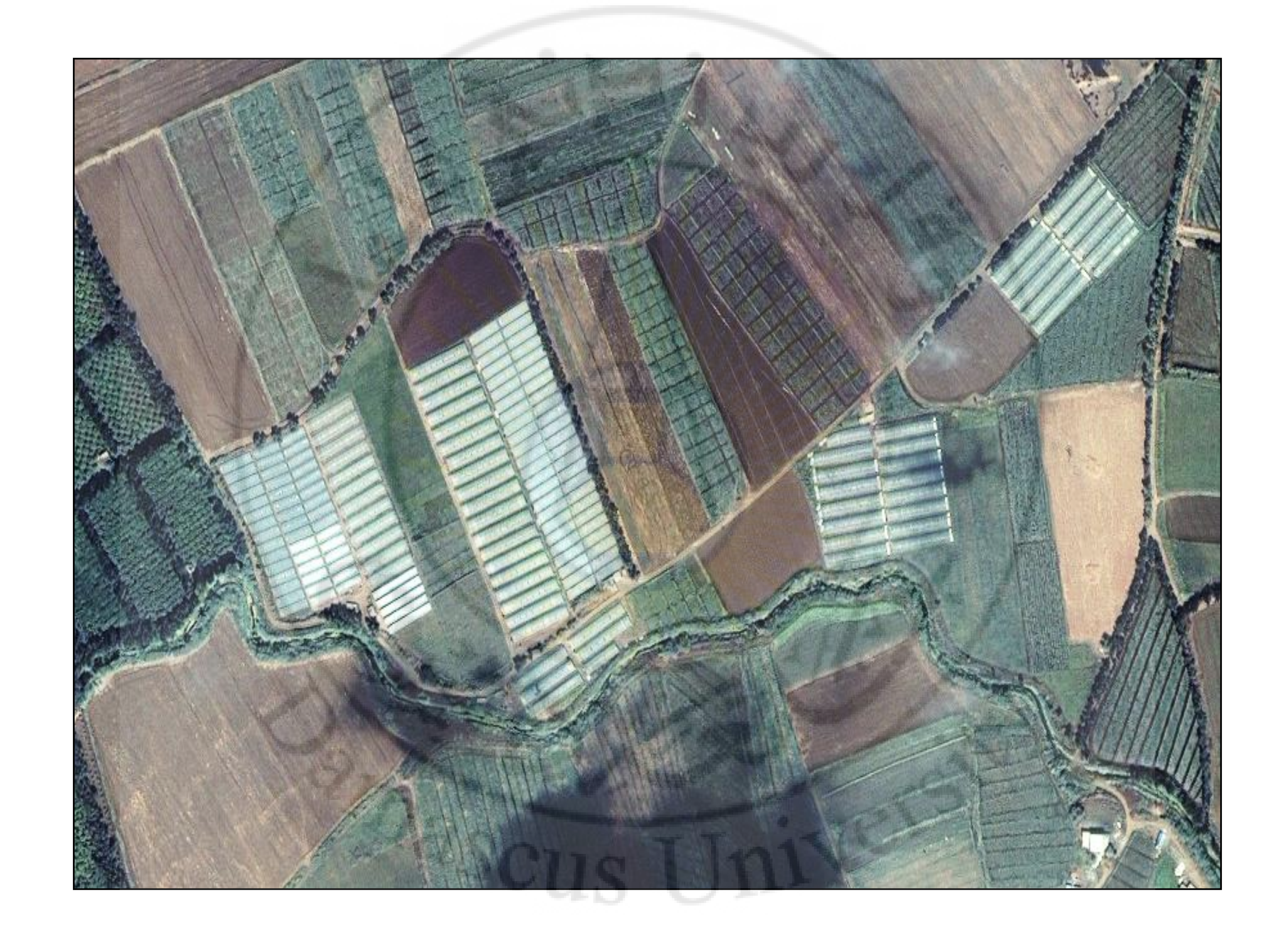
١٢- تصميم وبناء نظم المعلومات الجغرافية للمناطق البيئية المختلفة وتوفير المعلومات المختلفة الجوانب المتعلقة بالتنمية المستدامة للموارد الطبيعية دعما لاتخاذ القرار فرصة الأطلاع

١٣- التكامل في أستخدام الصور الفضائية وبرامج قواعد المعلومات الجغرافية ونظم تحديد المواقع في جمع البيانات الحقلية مباشرة بشكل اليكتروني

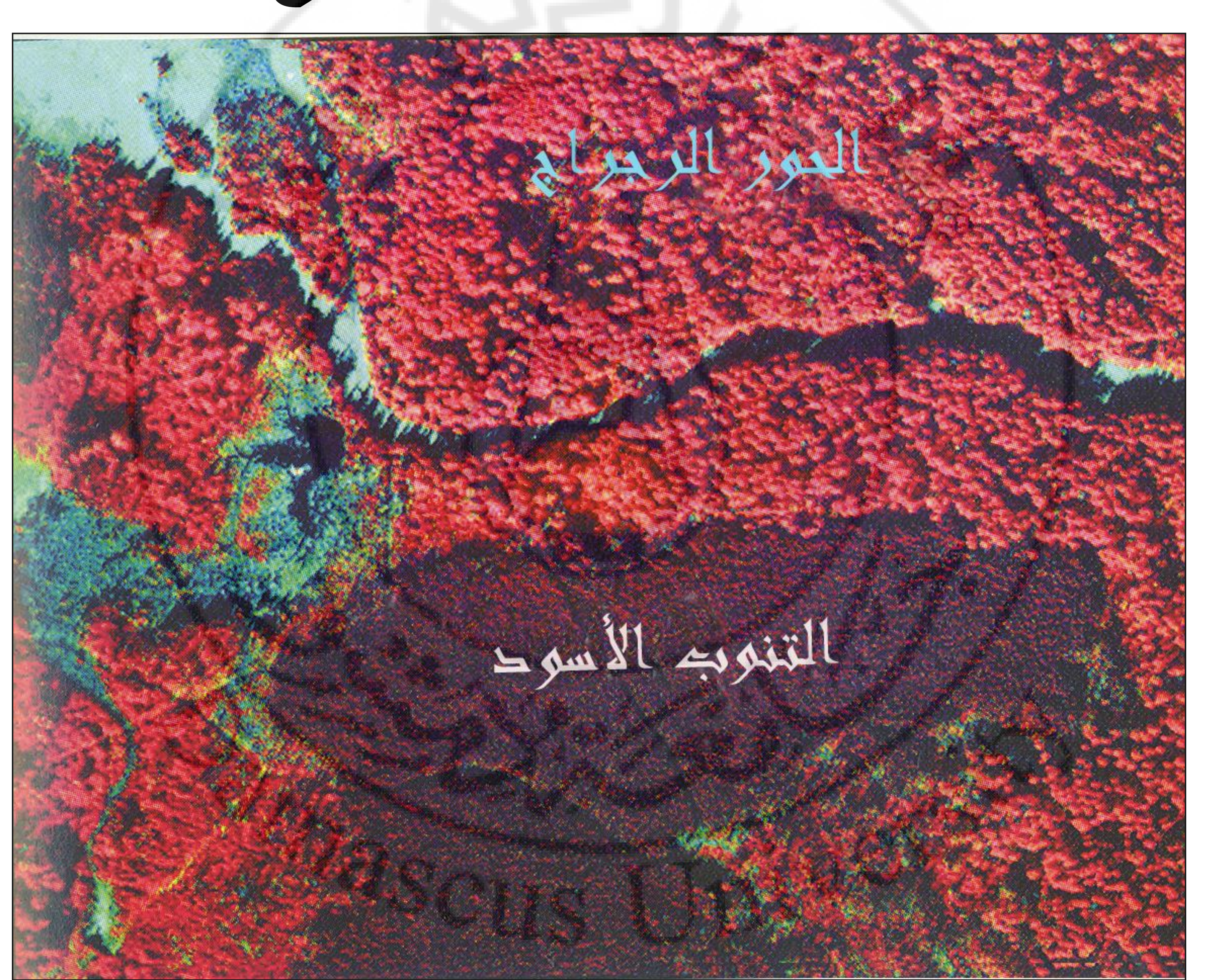


Ikonos





تصنيف الغابات وتحديد الأنواع النباتية



مراقبة المناطق النائية والوعرة



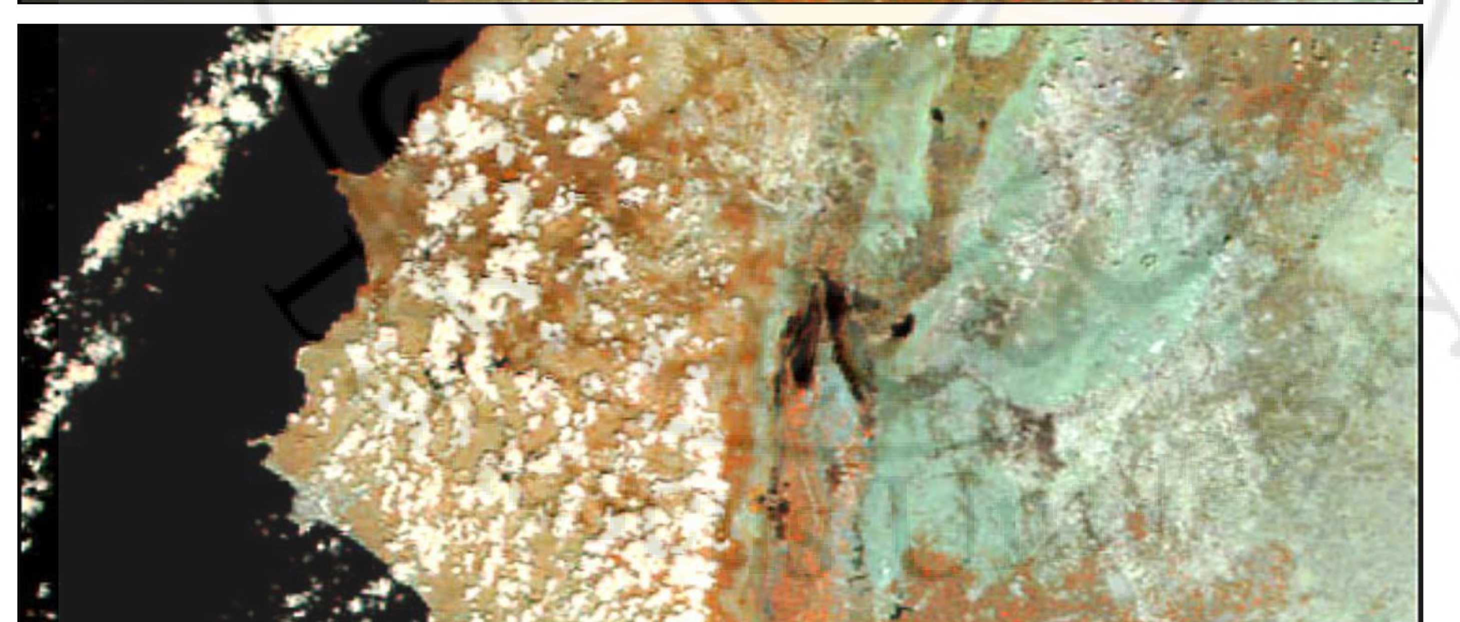
مراقبة تعرض المحاصيل للكوارث الطبيعة

كارثة إنهيار سد زيزون



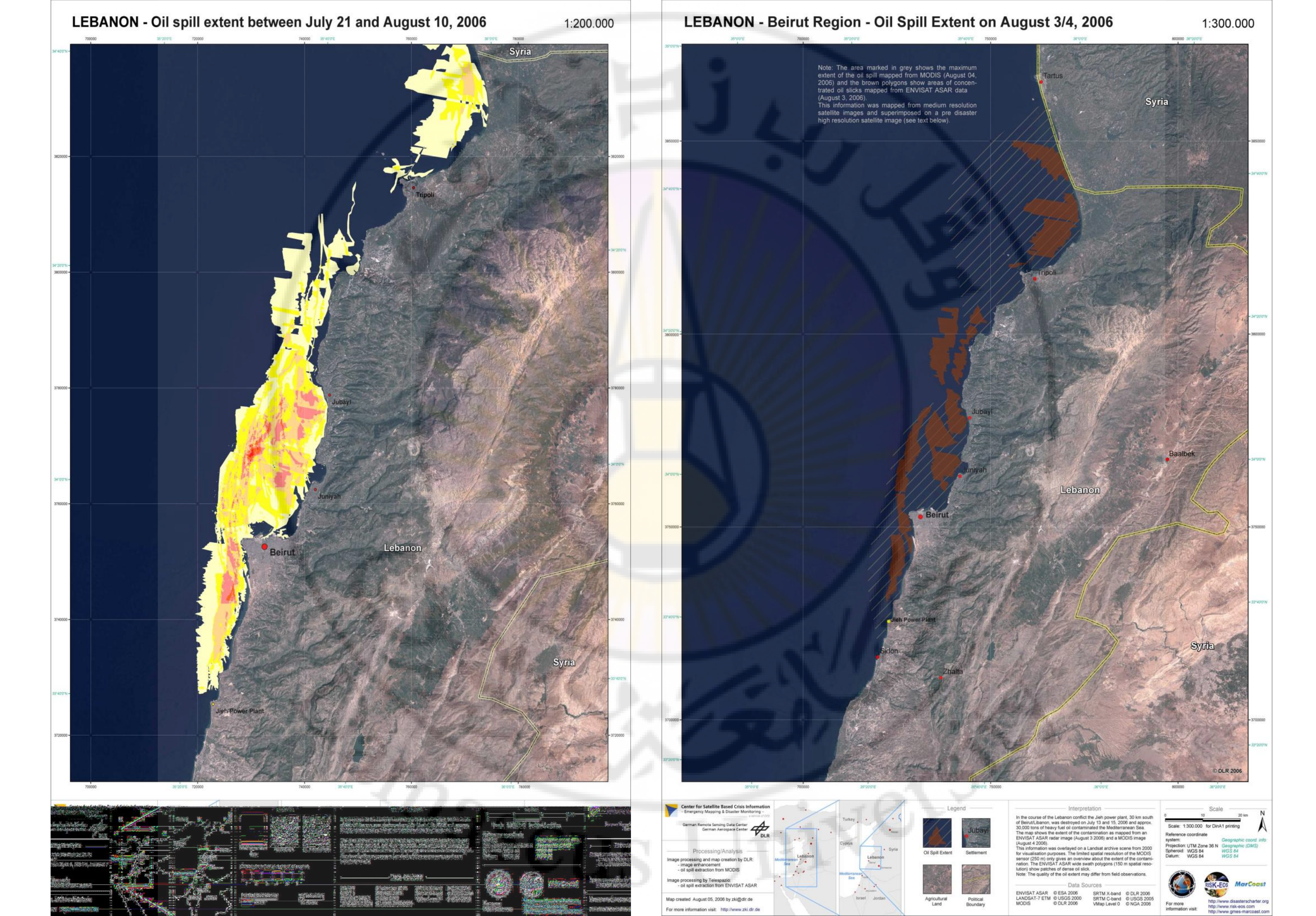
قبل الانهيار

٣-٦-٢٠٠٢



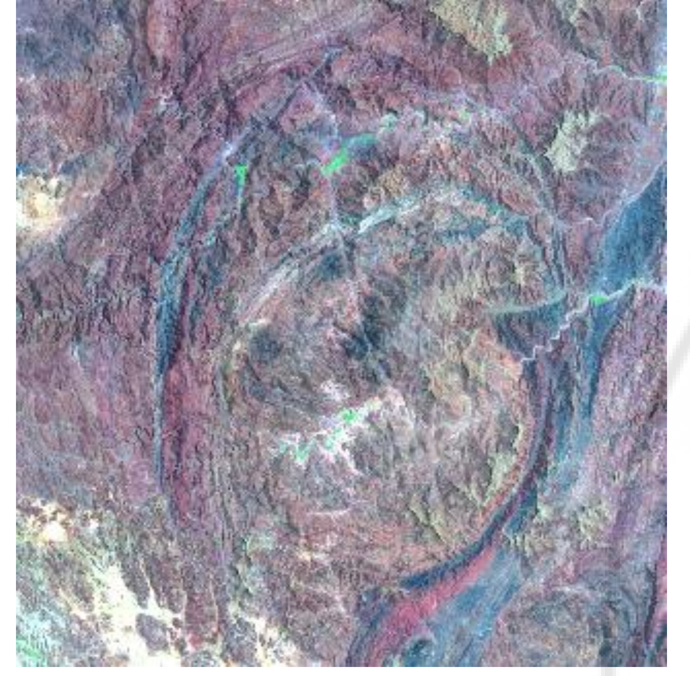
بعد الانهيار

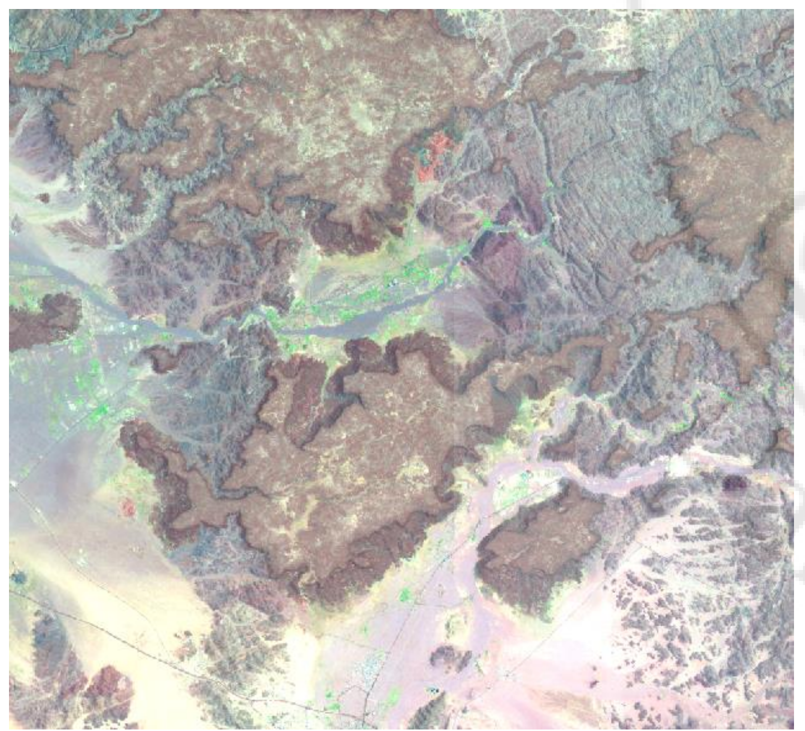
٥-٦-٢٠٠٢


LEBANON - Oil spill extent between July 21 and August 10, 2006
1:200.000
Syria
Tripoli
Jubayl
Juniyah
Beirut
Lebanon
Syria
Jieh Power Plant
LEBANON - Beirut Region - Oil Spill Extent on August 3/4, 2006
1:300.000
Note: The area marked in grey shows the maximum extent of the oil spill mapped from MODIS (August 04, 2006) and the brown polygons show areas of concentrated oil slicks mapped from ENVISAT ASAR data (August 3, 2006).
This information was mapped from medium resolution satellite images and superimposed on a pre disaster high resolution satellite image (see text below).
Tartus
Syria
Tripoli
Jubayl
Juniyah
Beirut
Lebanon
Baalbek
Jieh Power Plant
Sidon
Zhalta
Syria
© DLR 2006
Center for Satellite Based Crisis Information
- Emergency Mapping & Disaster Monitoring -
German Remote Sensing Data Center
German Aerospace Center
DLR
Processing/Analysis
Image processing and map creation by DLR:
- image enhancement
- oil spill extraction from MODIS
Image processing by Telespazio:
- oil spill extraction from ENVISAT ASAR
Map created August 05, 2006 by zki@dlr.de
For more information visit: http://www.zki.dlr.de
Turkey
Cyprus
Syria
Lebanon
Mediterranean Sea
Israel
Jordan
Legend
Oil Spill Extent
Settlement
Agricultural Land
Political Boundary
Interpretation
In the course of the Lebanon conflict the Jieh power plant, 30 km south of Beirut/Libanon, was destroyed on July 13 and 15, 2006 and approx. 30,000 tons of heavy fuel oil contaminated the Mediterranean Sea.
The map shows the extent of the contamination as mapped from an ENVISAT ASAR radar image (August 3 2006) and a MODIS image (August 4 2006).
This information was overlayed on a Landsat archive scene from 2000 for visualisation purposes. The limited spatial resolution of the MODIS sensor (250 m) only gives an overview about the extent of the contamination. The ENVISAT ASAR wide swath polygons (150 m spatial resolution) show patches of dense oil slick.
Note: The quality of the oil extent may differ from field observations.
Data Sources
ENVISAT ASAR © ESA 2006
LANDSAT-7 ETM © USGS 2000
MODIS © DLR 2006
SRTM X-band © DLR 2006
SRTM C-band © USGS 2005
VMap Level 0 © NGA 2006
Scale
0 10 20 km
N
Scale: 1:300.000 for DinA1 printing
Reference coordinate system:
Projection: UTM Zone 36 N
Spheroid: WGS 84
Datum: WGS 84
Geographic coord. info:
Geographic (DMS)
WGS 84
WGS 84
RISK-EOS
MarCoast
For more information visit:
http://www.disasterscharter.org
http://www.risk-eos.com
http://www.gmes-marcoast.com

طرطوس ١٩٩١-٢٠٠٣ تغيرات الغطاء الغابي







في مجال الجيولوجيا

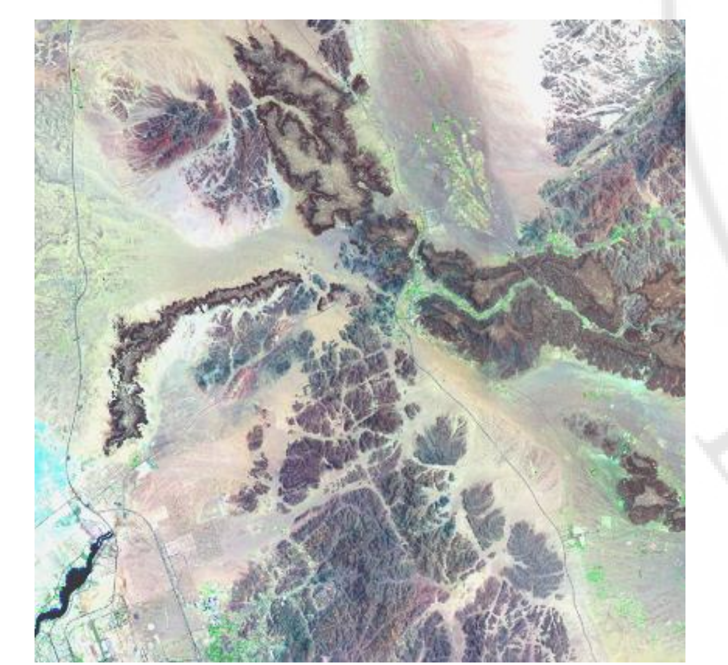
أولاً :الجيولوجيا البنيوية:

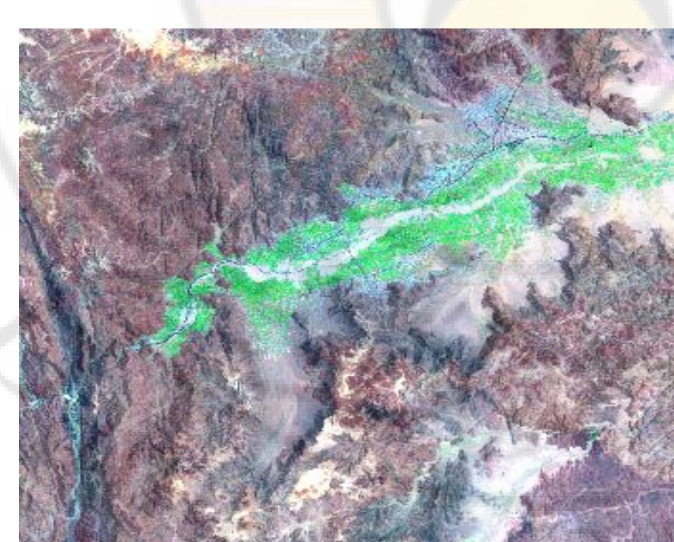
- تعطي فكرة عامة عن طبوغرافية منطقة الدراسة والبحث
- تظهر التراكيب الجيولوجية الإقليمية الضخمة والتي يتمكن الجيولوجي من رويتها أثناء عمله الحقلي لامتدادها لمئات الكيلومترات .
- تحدد المناطق المختلفة والتي توحي بوضوح التركيز المعدني فيها.
- تسهل العمل الحقلي حيث التوجه المباشر إلى تلك المناطق لدراستها وأخذ العينات لتحليلها بالمعامل.
- توضح مناطق تلاقي مختلف أنواع الصخور بعضها ببعض لتسهل رسم الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية للمربعات بمقياس الرسم المختلفة.
- تعطي فكرة عامة عن مدي اختلاف السحنات الصخرية باختلاف ألوانها وعلى الجيولوجي الحقلي التأكد من دقة تلك المعلومات بالزيارات الحقلية.
- من دراسة اختلاف الشكل يدل اختلاف نمط التصريف على اختلاف نوعية الصخور وانقطاع هذا التصريف في الصخر الواحد يدل على وجود تراكيب جيولوجية.

ثانياً: جيولوجيا المياه :

تعتبر دراسة الصور المأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية ذات فائدة عظيمة لدراسة الهيدرولوجية فهي تساعد عامه في التالي:

- تحديد الموقع الطبوغرافيه للمنطقة المدروسة.
- تحديد جهات جريان السطحي ودراسة كثافة التصريف لمناطق الأودية والسدود.
- تحديد حدود الحوض المائي .
- تحديد أماكن الصدوع الأرضية والتي تلعب دوراً كبيراً في تحديد إمكانية تواجد المياه في الصخور المتبلورة.
- تحديد أماكن تواجد المناطق الزراعية، وبالتالي الآبار وكثافة المياه في هذه المناطق دون الحاجة للتنقل والبحث لتحديد هذه المواقع.
- تحديد أماكن التلوث في المياه الجوفية والسطحية.
- اختيار أنسب الأودية لإقامة السدود.

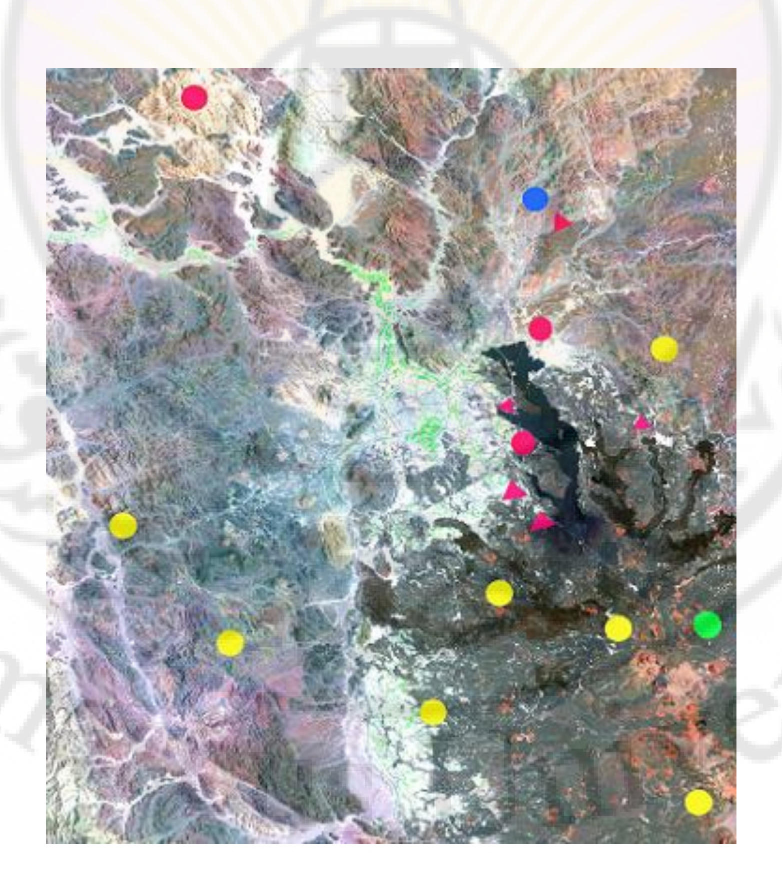




ثالثاً : الجيوفيزياء :

تعد دراسة الصور الملونة والملتقطة بواسطة الأقمار الصناعية ذات فائدة عظيمة لدراسة الجيوفيزياء فهي تساعد في التالي:

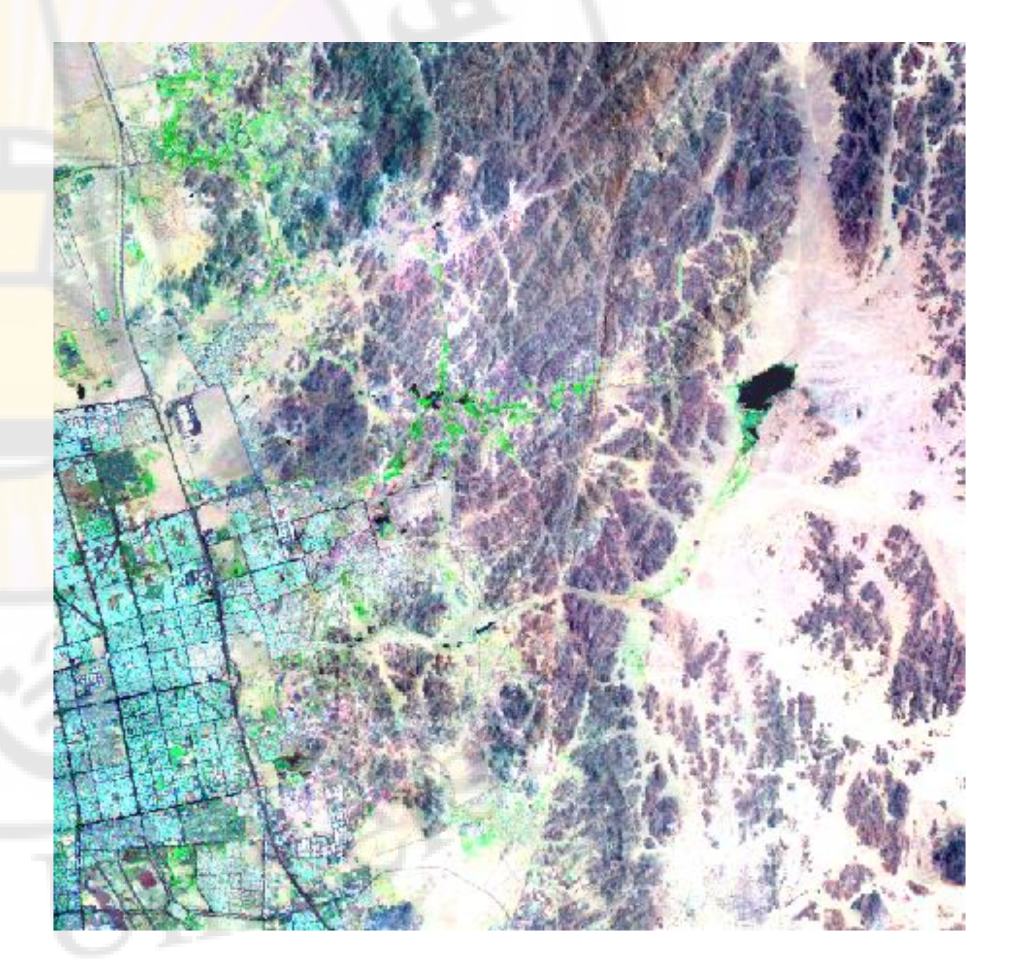
- اختيار المواقع المهمة الجديدة لرسم خرائط تحدد عليها محطات الرصد الزلزالية.
- التمييز بين أنواع الطفوح المختلفة.
- اختيار مواقع محطات قياس الجاذبية.
- توزع هذه المحطات بناءً على حدود ونوعية الوحدات الصخرية والتي يتم التعرف عليها بكل سهولة عن طريق الصور الفضائية .



رابعاً : المخاطر الجيولوجية:

دراسة مناطق السبخات وإيجاد الحلول المناسبة لها، وعند اختيار مناطق رمي النفايات السائلة والصلبة لتفادي مخاطر تلوث البيئة والمناطق الزراعية.

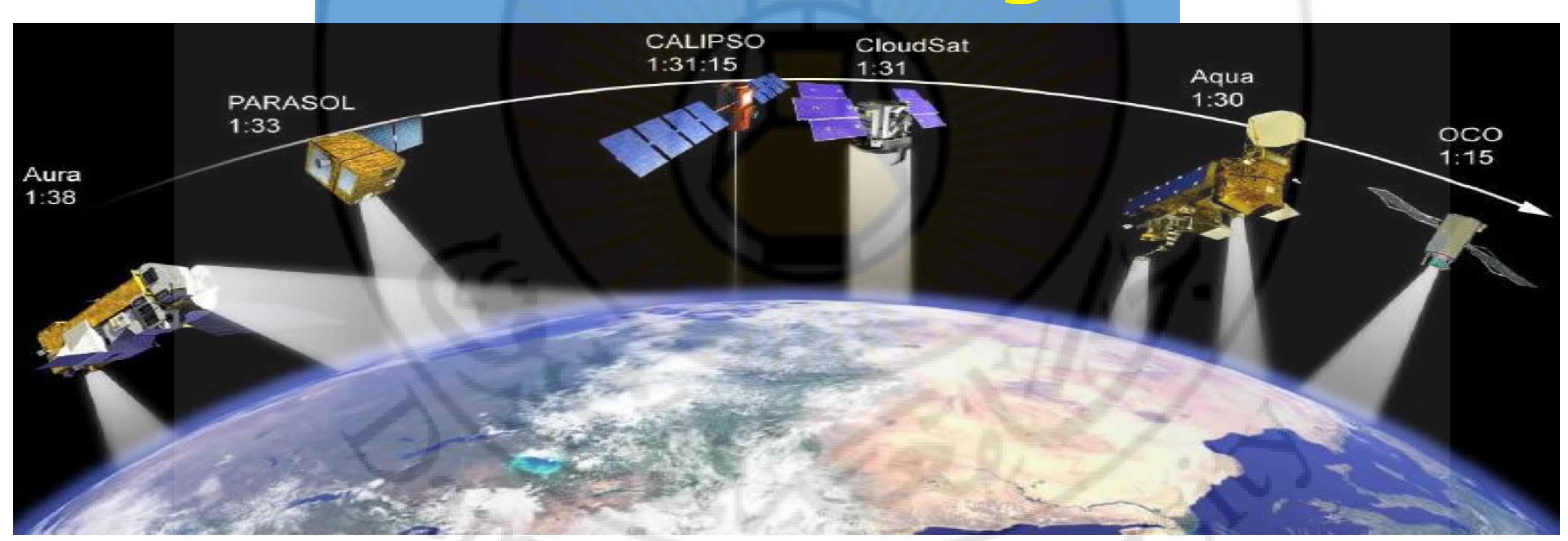




مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المحاضرة الحادية عشرة

Remote Sensing



المدارات و المستشعرات

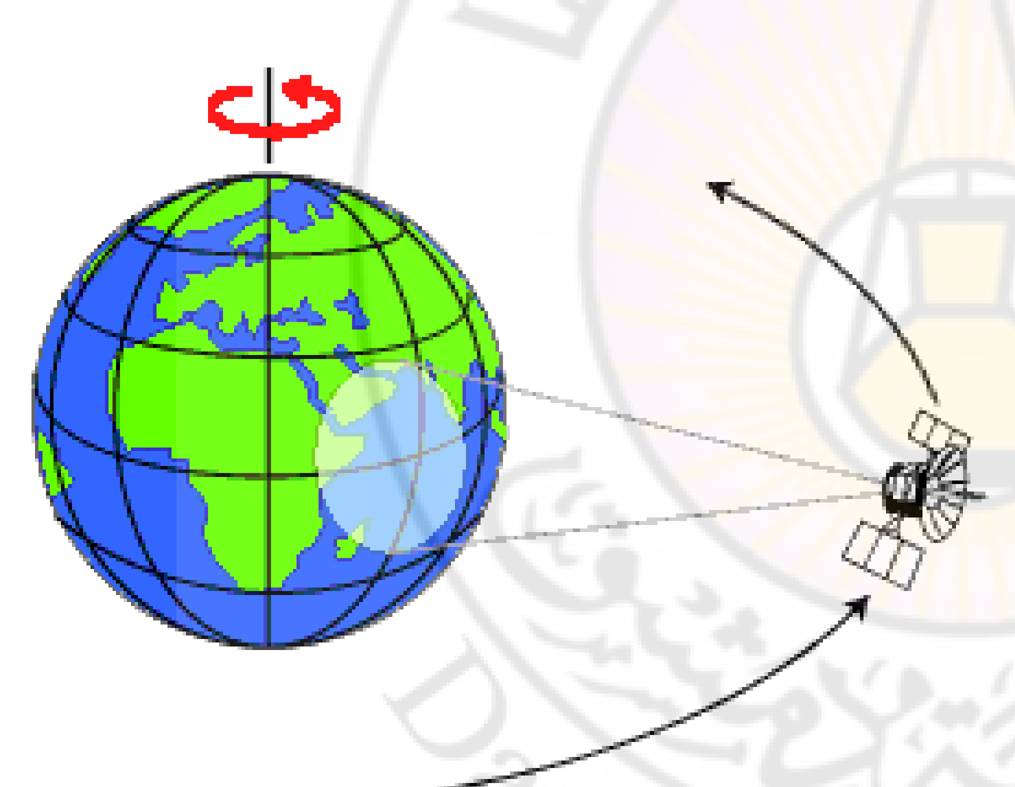
ميزات التوابع الصنعية (المدار والنطاق)

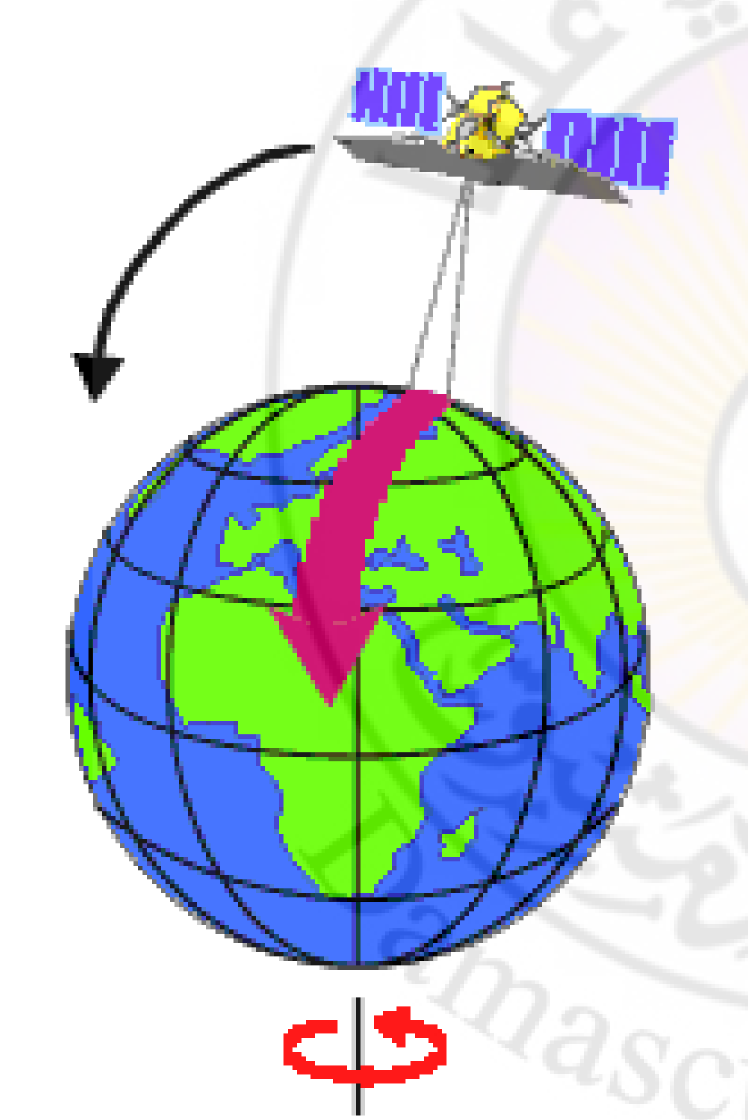
إن التجهيزات الاستشعارية (المستشعرات) يمكن أن تحمل على متن التوابع الصنعية وتقوم بالحركة في الفضاء وفق مسار معين وهو ما ندعوه بالمدار(Orbit). يوافق المدار مواصفات المستشعر المحمول على متنه، تختلف المدارات باختلاف ارتفاعها عن سطح الأرض وحركتها بالنسبة لدوران الأرض، ويمكن تقسيم المدارات إلى أنواع

١. المـــدارات الثابتـــة بالنســـبة للأرض

(Geostationary Orbits):

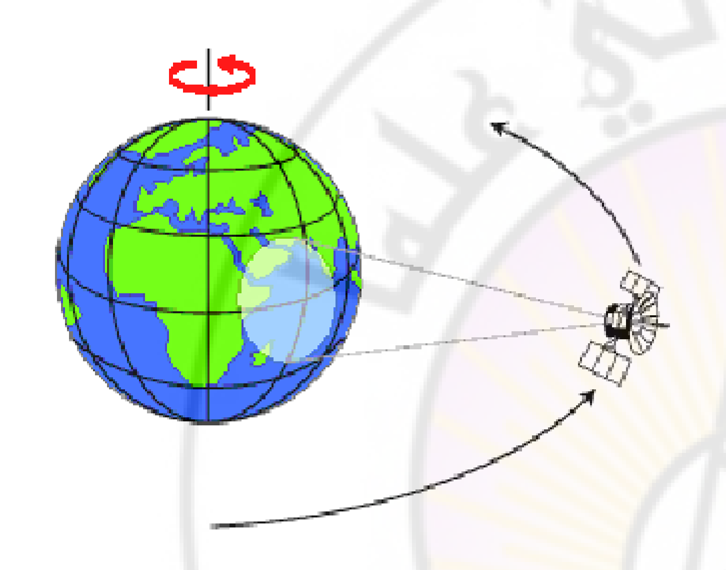
تكـون التوابـع الصـنعية علـى ارتفــاع ٣٦٠٠ كــم تقريبــا وتـــدور بشـــكل متوافـــق مـــع دوران الأرض بحيـــث تبـــدو دائمــا فــوق منطقــة مــا علــى الكــرة الأرضيــة. تســتخدم هــذه التوابع لرصد ومراقبة وجمـع المعلومــات عــن منطقــة مــا بشكل مستمر.

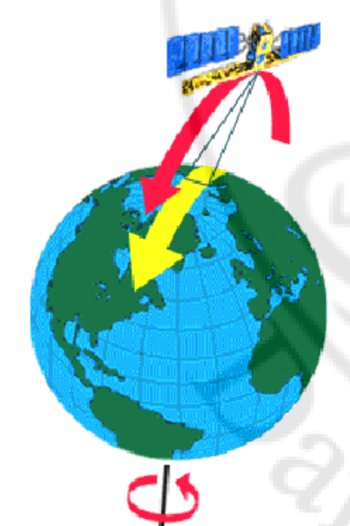




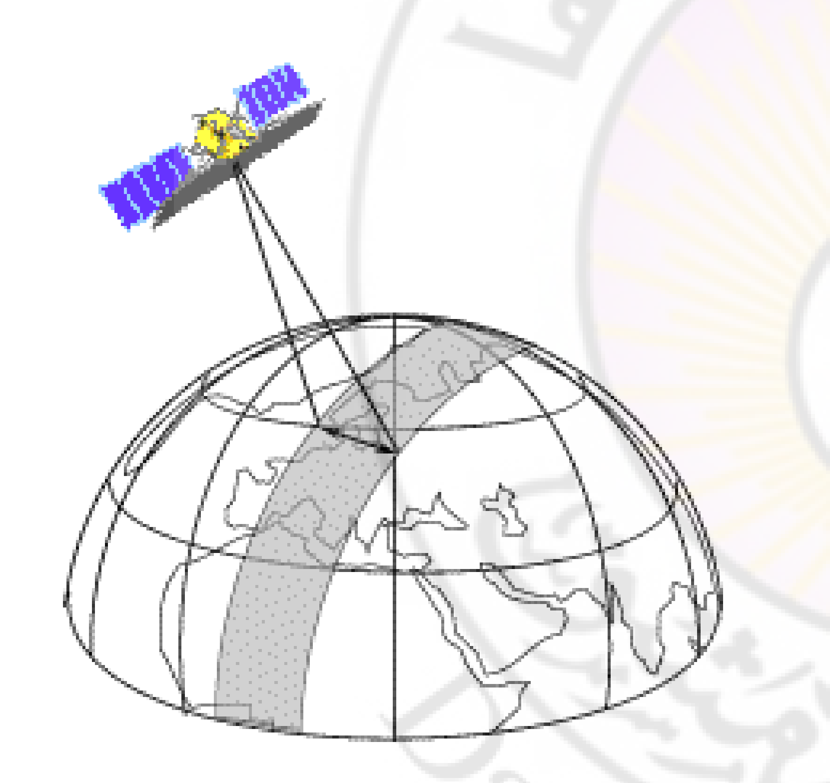
٢.المدارات القطبية أو قرب القطبية:

وهي التوابع الصنعية التي تتحرك على مسارات من الشمال إلى الجنوب وهي تغطي كامل الكرة الأرضية خلال فترة زمنية معينة وتكون متوافقة مع حركة الشمس أي أن التابع الصنعي يمر فوق أي نقطة من نقاط الأرض ليس فقط خلال النهار بل خلال توقيت شمسي محلي واحد لتوحيد إضاءة سطح الأرض في الفصل الواحد،



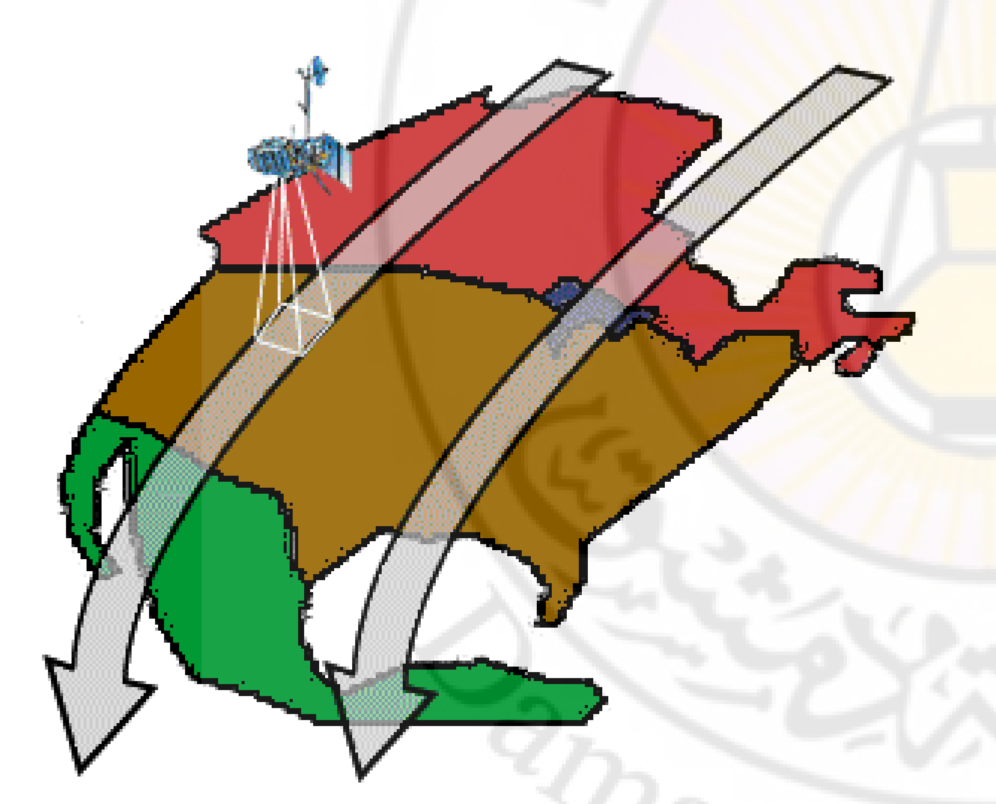


- **من أهم خصائص الأقمار الصناعية هو المدار Orbit.**
- **يتحكم نوع المدار في غرض وقدرات إستخدام المجس المحمول على متن القمر ألصناعي.**
- **المدارات تتغير بتغير إرتفاعها عن سطح الأرض وإتجاه دوارنها مقارنة بدوران محمور الأرض.**
- **يوجد نوعين أساسين من المدارات:**
  - الثابت جغرافيا Geostationary: مدار مرتفع (٣٦٠٠٠ كم) مما يجعل سرعة دورانه مساوية لسرعة دوران الأرض، ويدور في إتجاه دوران الأرض، مما يعني أنه يغطي بقعة ثابتة من الأرض دائما.
  - شبه القطبية Near Polar: مدار منخفض يدور فيه القمر الصناعي (من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي)، وفي إتجاه دوران الأرض بحيث يكون القمر الصناعي فوق بقعة مضاءة بالشمس بإستمرار.

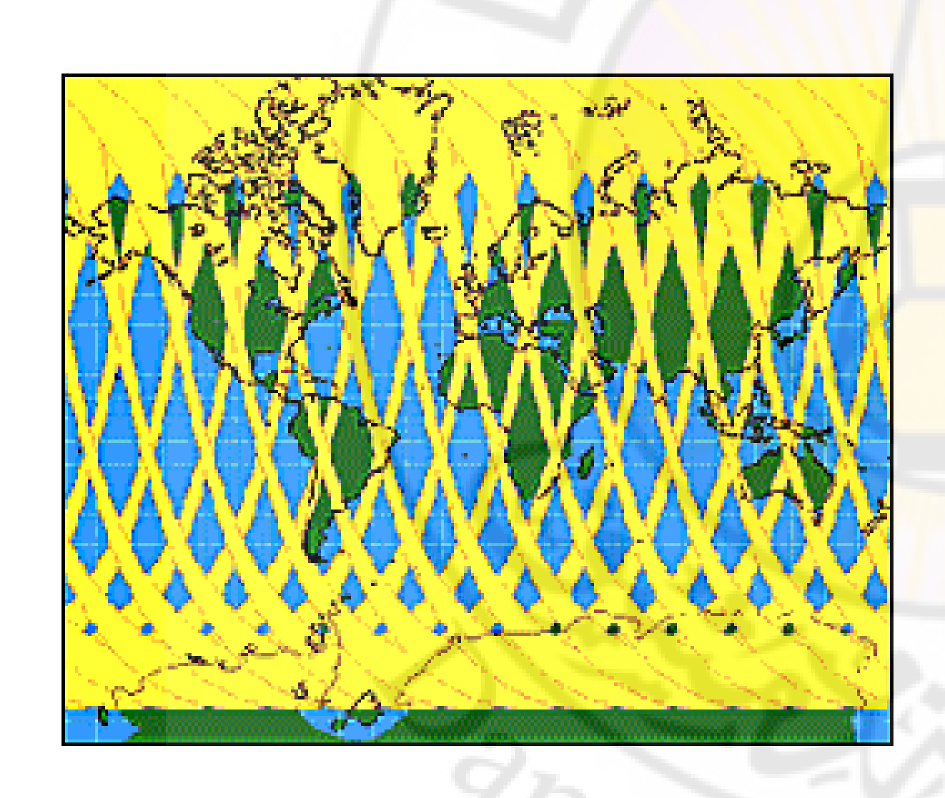


النطاق swath :

بينما تمر التوابع الصنعية فوق الكرة الأرضية فإن المستشعرات ترى (تمسح) جزءا من الكرة الأرضية وتصوره، هذا الجزء المصور يسمى نطاقاً

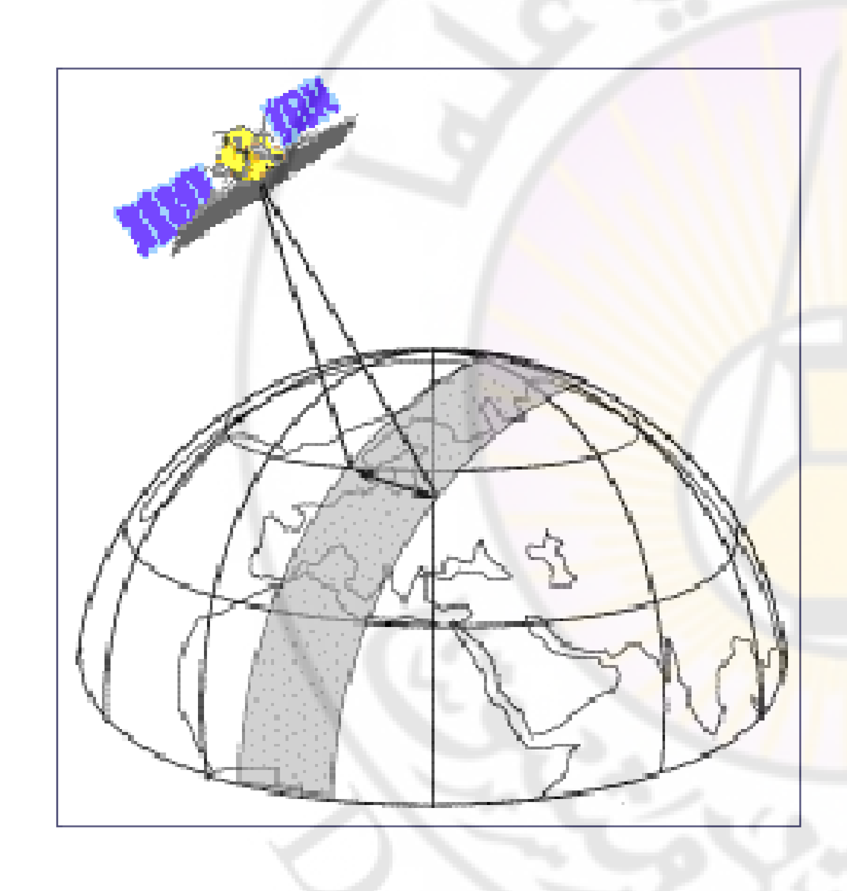


تلتقط التوابع الصنعية الصور أثناء حركتها الهابطة و الكرة الأرضية تدور في نفس الوقت وبالتالي فإن المستشعرات الفضائية في كل حركة هابطة تصور نطاقا جديدا على سطح الكرة الأرضية،



إذا أخـذنا أي نطـاق مـن النطاقـات الأرضـية المصـور بواسـطة تـابع صنعي مـا فإن التـابع سيعود لمسح نفس النطاق بعد فترة زمنية ما وهو مـا يدعى باللغة الإنكليزية nadir .
والزمن اللازم لعودة التابع الصنعي مـرة ثانيـة إلـى نفس النقطـة يـدعى زمـن العـودة ولكـن اسـتخدام مستشعرات قابلة للتدوير يجعل زمن العودة إلى نفس النقطة أقل، تصور منـاطق خطوط العرض العالية اكثر من خطوط العرض القريبة من خط الاستواء وذلك لتكرار مرور التوابع الصنعية فوق القطبين وبالتالي ينتج عنـه مـا يسـمى تـداخل النطاقـات المتجاورة

خصائص المدار القمر الصناعي



- يطلق لفظ "صف Swath" على الشريط الذي يرسمه على الرض القمر الصناعي تحته أثناء مروره.
- يتخذ الصف شكل شريط يلف الأرض من القطب إلى القطب.
- يطلق على النقطة التي تمثل مسقط القمر الصناعي على الأرض أسم "السمت Nadir".
- بعد إتمام القمر الصناعي دورة حول الأرض فإن إنحراف يحدث لمداره مما يسمح له برسم صف جديد مجاور للصف الذي قام برسمه في طيرانه السابق.
- تتجاور الصفوف لتغطي الأرض كلها.
- تتداخل الصفوف فيما بينها، ويقل هذا التداخل بالإقتراب من خط الإستواء ويزيد بالإقتراب من القطبين.

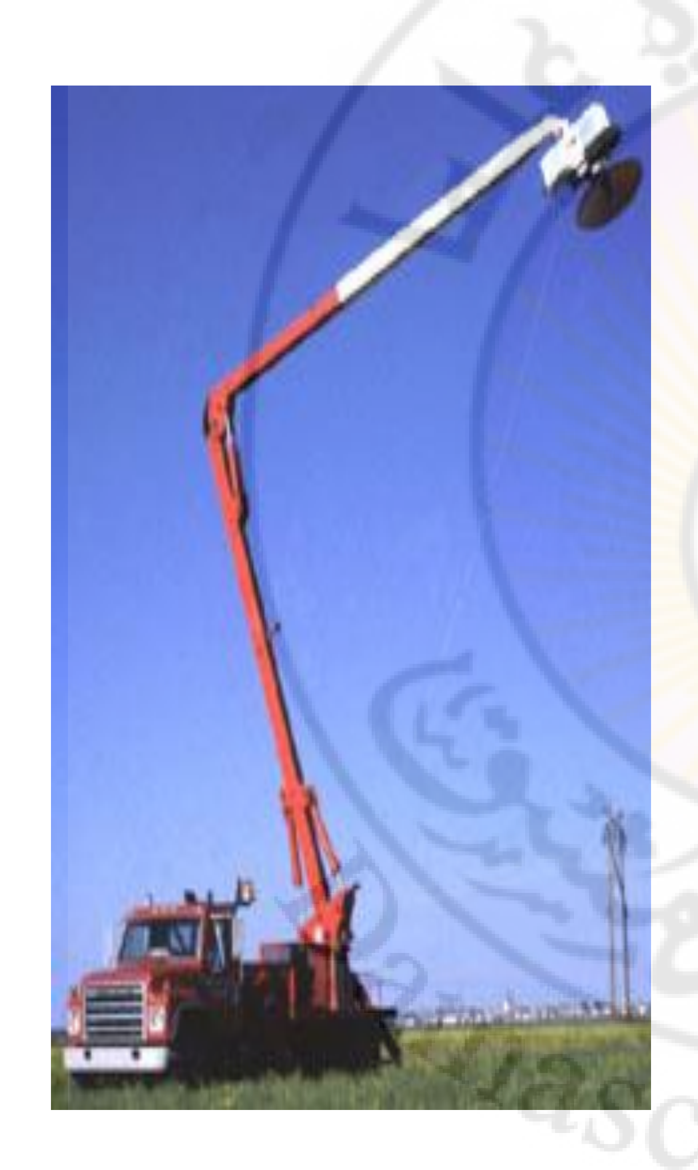
المستشعرات والمنصات

لقد تطرقنا سابقاً إلى مصدر الطاقة وتفاعل الأشعة مع الغلاف الجوي وتفاعلها مع الأهداف والأجسام الأرضية (المراحل الثلاث الأولى من العملية الاستشعارية) أما في هذا الفصل فسنتناول عملية تسجيل المعلومات المنعكسة عن الأهداف الأرضية

(تسجيل الطاقة).

حتى تتمكن المستشعرات من تسجيل الطاقة المنعكسة عن الأهداف الأرضية فإنها تحتاج إلى منصات مستقرة تحملها وتتحرك بها فوق الأهداف المراد تسجيل الطاقة المنعكسة عنها. يمكن تركيب المستشعرات إما فوق الأرض مباشرة (مستشعرات أرضية) أو على الطائرات أو البالونات (أو على أية وسيلة أخرى تحلق ضمن الغلاف الجوي) وتسمى (مستشعرات جوية)، أو على متن المركبات الفضائية أو ما يطلق عليها التوابع الصنعية وتسمى (مستشعرات فضائية)

المستشعرات الأرضية



تستخدم لتسجيل المعلومات المفصلة عن الأهداف، لمقارنتها مع تلك الملتقطة من الطائرات و التوابع الصنعية. تفيد في فهم أفضل لأهداف وتوصيف أشمل مما يؤدي بالتالي إلى فهم عملية التصوير Imagery ويمكن أن تحمل المستشعرات الأرضية على مناصب ثلاثية الأرجل أو على رافعات صغيرة أو رافعات برجية أو على أسطح الأبنية والأبراج العالية أو على أعمدة ....

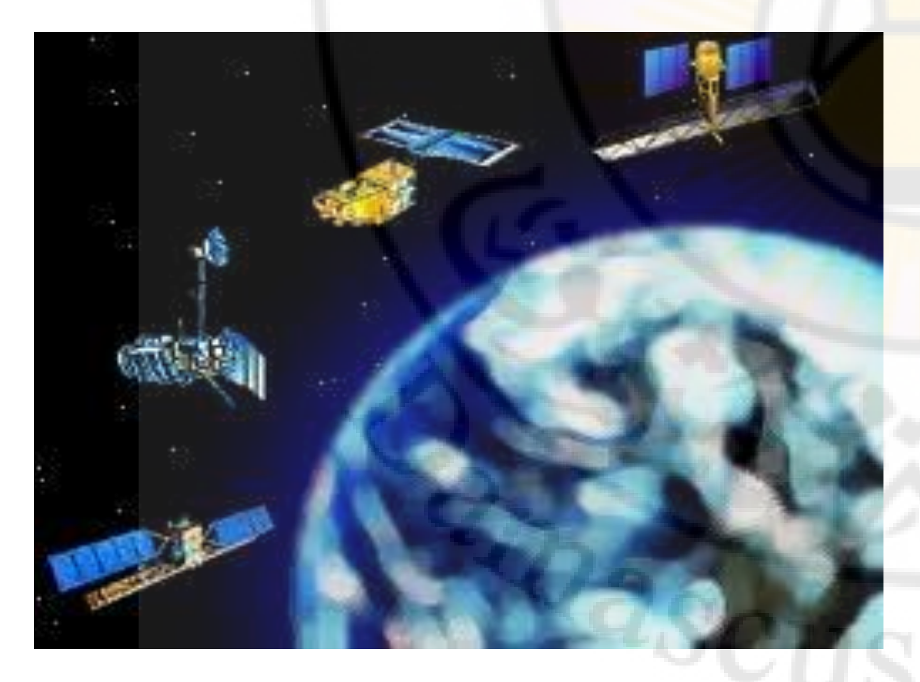
المستشعرات الجوية

تستعمل للحصول على صورة مفصلة جداً للأهداف الأرضية ويمكن أن تحمل المستشعرات على بالونات أو حوامات أو طائرات......



المستشعرات الفضائية

تستعمل للحصول على صور لجزء كبير من الأرض وتكون محملة أحيانا على المحطات الفضائية (محطة مير، أو المحطة العالمية الجديدة. ولكنها غالبا ما تحمل على التوابع الصنعية





المنصات والمجسات

- يطلق الإسم منصة Platform على الأجهزة التي تقوم بحمل المجسات Sensors.
- المجس Sensor هو جهاز يمكنه تسجيل الطاقة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الأرض.
- تشتمل المنصات على مختلف أنواع المركبات مثل السيارات والبالونات والطائرات والصواريخ ومركبات الفضاء والمحطات المدارية والأقمار الصناعية.

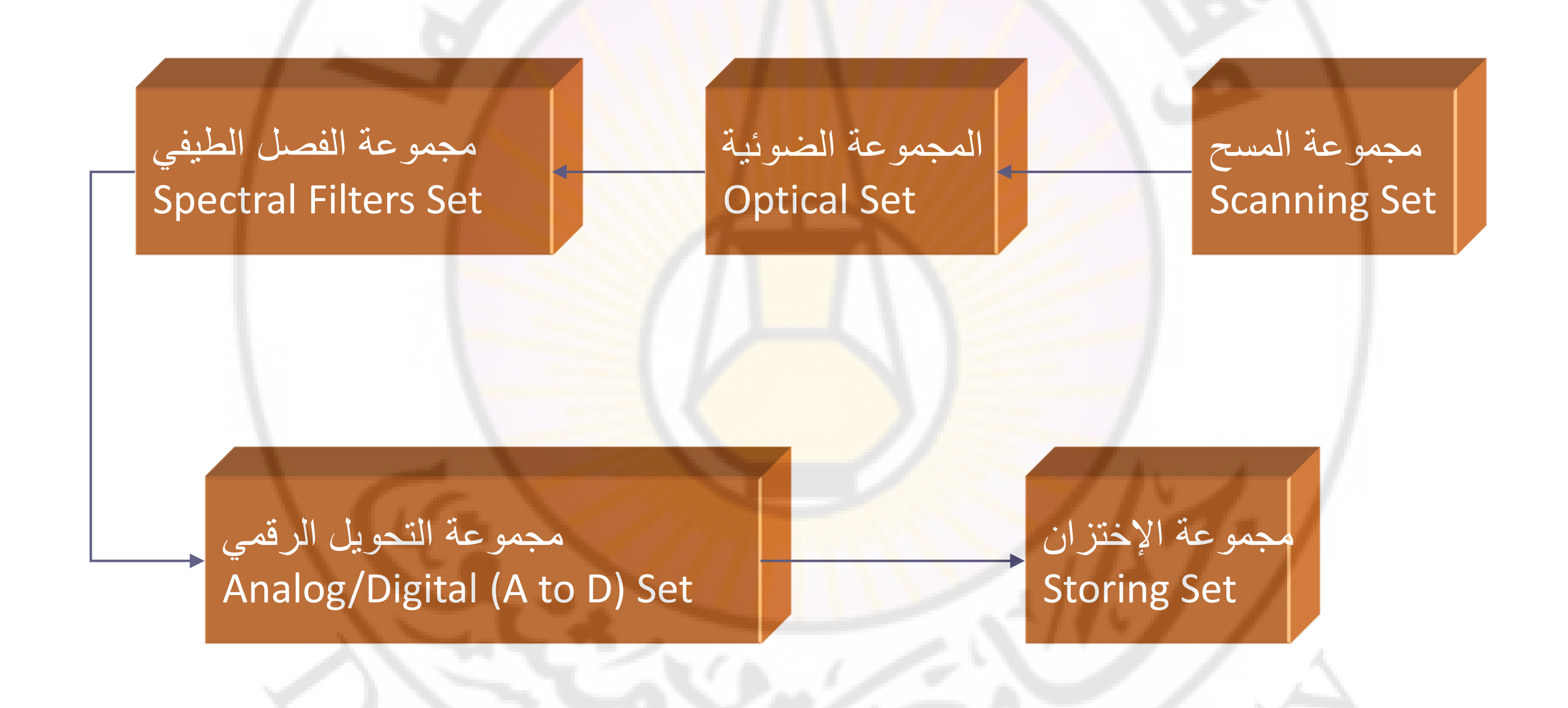






المستشعر Sensor

- يتكون أي مجس من خمسة مكونات أساسية هي:

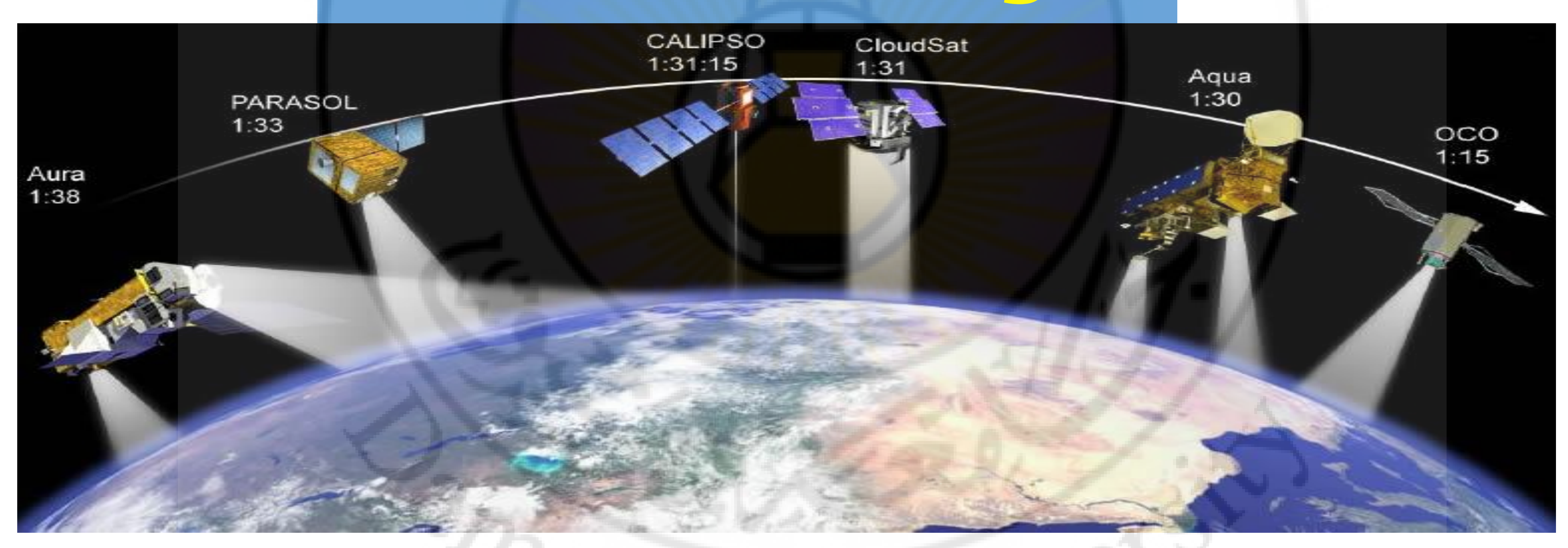


من خلال الاهتمام المتزايد بمصادر الثروات الأرضية والبيئية، والحاجة الى معطيات ومعلومات حديثة قامت الدول التالية بإطلاق توابع صنعية مختلفة لمراقبة الأرض

مقرر الاستشعار عن بعد و تطبيقاته لطلاب السنة الرابعة
قسم علوم التربة + قسم الموارد الطبيعية المتجددة و البيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

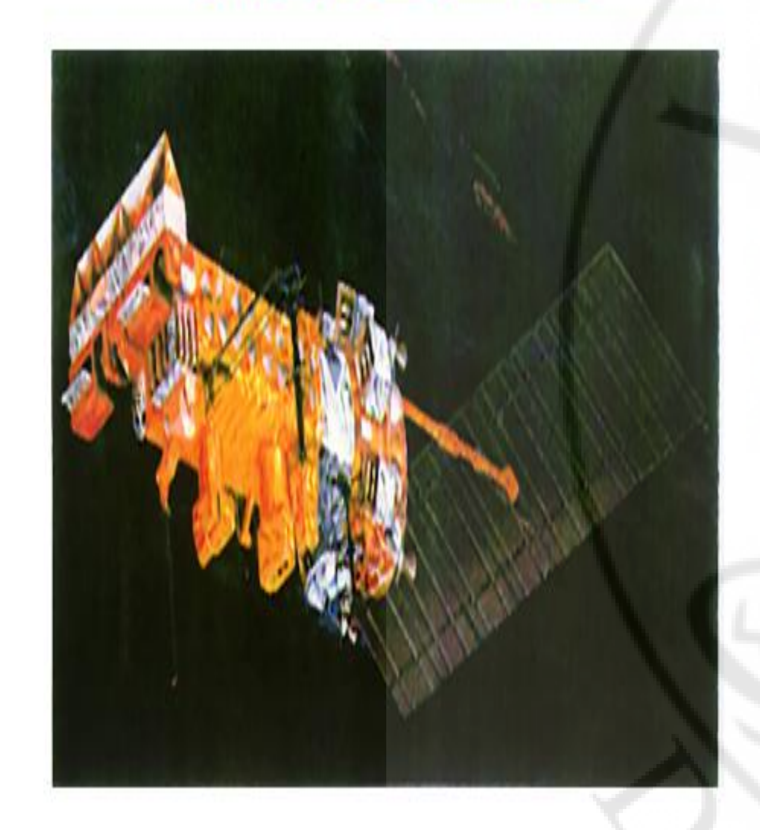
المحاضرة الثانية عشرة

Remote Sensing



اهم التوابع الصنعية (الأقمار الصناعية)

التابع الصنعي الأمريكي NOAA

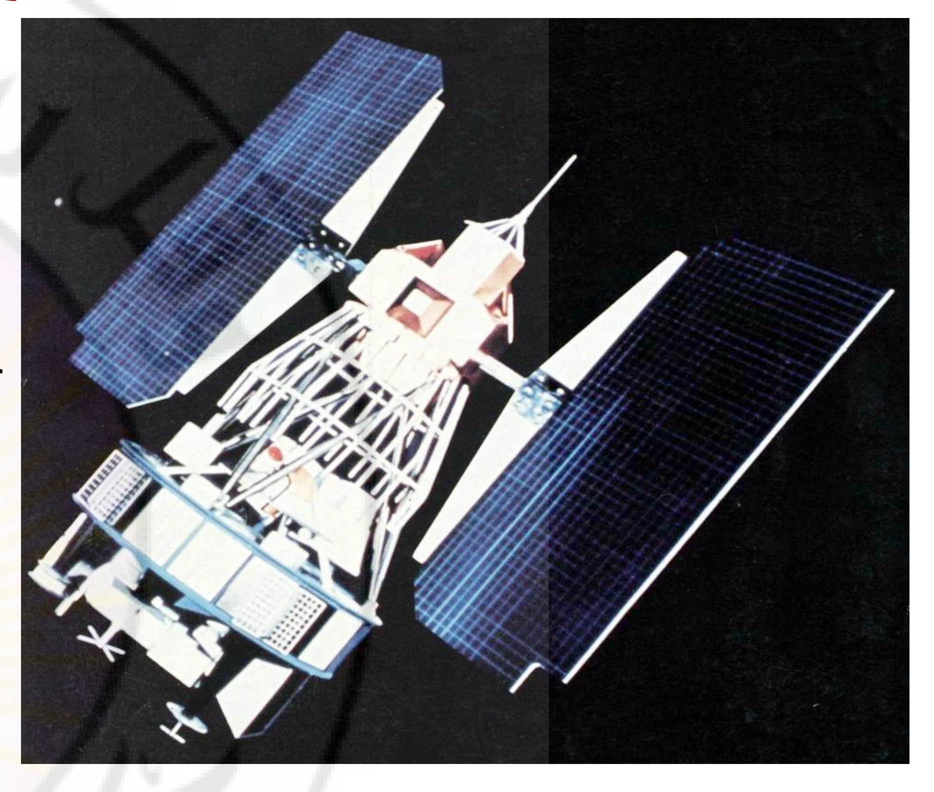


وهو برنامج فضائي لدراسة أحوال الطقس ويتألف من عدة توابع صنعية أطلق NOAA-1 في ١١ كانون الأول ١٩٧٠ وتدور بمدار قطبي متزامنة مع الشمس على ارتفاع ٨٤٠ كم وتسجل المعطيات لنفس المنطقة مرتين في اليوم وقدرة التمييز ١ كم وتحمل هذه التوابع أجهزة استشعار راديو مترية من نوع Very High Resolution Radiometer (VHRR) وتحتوي على قناتين الأول في المجال الطيفي المرئي الأحمر ٠.٦-٠.٧ مايكرومتر والثانية في المجال الطيفي تحت الأحمر الحراري ١٠.٥-١٢.٥ مايكرومتر وتحمل توابع (NOAA) أيضاً راديومتر لا يلتقط صوراً وإنما يعطي رسماً بيانياً لتغير درجات الجو (VTPR) Vertical Temperature Profiling Radiometer وقد أطلق NOAA-8 في ٨ تشرين الثاني ١٩٨٤ ثم 9 – NOAA في عام ١٩٨٦ و12- NOAA في أيار ١٩٩١ , NOAA-16 أطلق في ٢١ أيلول ٢٠٠٠.

أنواع الأقمار المستخدمة في الاستشعار عن بعد

الأقمار الصناعية الأمريكية

Land Satellite (LANDSAT)



صورة للقمر الصناعي الامريكي ١، ٢، ٣

حيث اطلق landsat_1 في عام ٢٣/٧/١٩٧٢ م و اطلق landsat_2 في عام ٢٢/١/١٩٧٥ م كما اطلق landsat_3 في عام ٥/٣/١٩٧٨ م . تميزت الأقمار الصناعية الأمريكية ١، ٢ ، ٣، لها شكل واحد في الثلاثة مركبات كما في الشكل (٣ . ١) .
وزن القمر الصناعي ٩٥٣ كيلو غرام ، طول ارتفاعه ٣ متر ،قطره ١،٥ متر يوجد به ذارعين خلايا الضوئية تمد القمر الصناعي
بطاقة الشمسية عند مد هذه الأذرعين يصل طولها حوالى ٤ متر ،يدور في مدار مستدير حول الارض وهو متزامن مع توقيت
المنطقة التي يصورها زمن التصوير في landsat_1 هو ٨:٥٠ صباح وفى landsat_2 هو ٩:٠٨ صباح وفى landsat_3
هو ٩:٣١ صباح يدور في مدار يميل عن خط الاستواء $98,2^o$ درجه كما في الشكل (٢-٣) ،يكمل دوره واحدة كل ١٠٣ دقيقة
ويكمل في اليوم الواحد ١٤ دورة ، سرعة القمر الصناعي ٦،٤٦ كيلومتر/الثانية ،
يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٨ يوم ،
يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي.

وزن القمر الصناعى ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور فى مدار يميل عن خط الاستواء 98,2° درجه،

زمن التصوير هو ٩:٤٥ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل فى اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ،

يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء التصوير منها فى خلال ١٦ يوم ، يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعى.

تحمل الاقمار الصناعية الامريكية ٤،٥(landsat4,5) بوجود مستشعرين هما:

١ – المستشعر متعدد الاطياف MSS (Multispectral scanner) مثل الموجود على القمار الصناعية السابقة ١،٢،٣ يغطى ١٨٥كيلومتر على مسار القمر الصناعي ويتميز بوجود اربعة فنوات تصور بدرجة وضوح ٨٠ متر تم تغير مسميات القنوات الاربعة فاصبحت ١،٢،٣،٤
بدلً من ٤،٥،٦،٧

٢ – المستشعر TM (Thematic Mapper) يتميز بدرجة وضوح ٣٠ متر ماعدا القناة السادسة درجة الوضوح ١٢٠متر. واضيفت القنوات ٥،٧ للأعمال الجيولوجية (للتفريق بين الصخور المختلفة)

أهم نظم الإستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- ***النظام لاندسات Landsat***
- نظام أنشأته الولايات متحدة وجرى تشغيله منذ عام ١٩٧٢ بإطلاق القمر الصناعي الأول في هذا١ النظام والذي أسمي لاندسات-١ (عند إطلاقه حمل أسم ERTS-1 ثم تغير أسمه بعد ذلك).
- تبلغ إرتفاع مدار منصات هذا النظام ٧٠٥ كم فوق سطح الأرض.
- مساحة الصورة المنتجة بواسطة مجسات هذا النظام تبلغ ١٨٥ كم × ١٧٥ كم.
- الدقة الوقتية للمنصات ١-٣ هذا النظام هي ١٨ يوم، وللمنصات ٤-٧ هي ١٦ يوم.
- المنصات لاندسات ١ وحتى ٥ حملت المجس الماسح متعدد الأطياف Multispectral Scanner (MSS).
- لم تحمل المنصة لاندسات ٦ وكذلك ٧ هذا المجس.
- يقدم المجس MSS دقة مساحية تبلغ نحو ٧٩ متر.
- يبين الجدول التالي الخصائص الطيفية لـ MSS

النطاق	المنطقة الطيفية
النطاق الأول	0.5 – 0.6 µm (الأخضر)
النطاق الثاني	0.6 – 0.7 µm (الأزرق)
النطاق الثالث	0.7 – 0.8 µm (الأحمر)
النطاق الرابع	0.7 – 1.1 µm (تحت الحمراء)

- حملت المنصات ٣-٥ مجس أكثر تقدم هو Thematic Mapper (TM).
- الدقة المساحية لهذا المجس هي ٣٠ متر، بإستثناء النطاق السادس الذي تبلغ دقته المساحية ١٢٠ متر.
- الجدول التالي يبين الدقة الطيفية للمجس TM:

النطاق	المنطقة الطيفية
TM1	0.45 -0.52 μm (الأزرق)
TM2	0.6- 0.52 μm (الأخضر)
TM3	0.69- 0.63 μm (الأحمر)
TM4	0. 9- 0.76 μm (تحت الحمراء المنعكسة \ القريبة)
TM5	1.75 – 1.55 μm (تحت الحمراء القصيرة الموجة)
TM6	12.5 – 10.4 μm (تحت الحمراء القصيرة الحرارية)
TM7	2.35 – 2.8 μm (تحت الحمراء المنعكسة \ القريبة)

أهم نظم الاستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- فشل إطلاق القمر الصناعي لاندسات -٦.
- كان لاندسات -٦ يحمل على متنه مجس محسن بإسم Enhanced Thematic Mapper (ETM).
- تم إطلاق لاندسات -٧ في ١٥ ابريل ١٩٩٩.
- يحمل القمر الصناعي لاندسات – ٧ على متنه مجس محسن بأسم Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+).
- الدقة المساحية للمجس ETM+ هي 28.5 متر.
- النطاق السادس تم تقسيمه إلى نطاقين هما ٦١ و ٦٢ ولهما الدقة المساحية ٦٠ متر.
- تم إضافة نطاق ثامن ليغطي المنطقة الطيفية من 0.52 وحتى 0.9 µm (الأخضر – الأحمر – تحت الأحمر القريبة) بدقة مساحية 14.25 متر.
- حالياً يعمل في المدار لاندسات ٨.



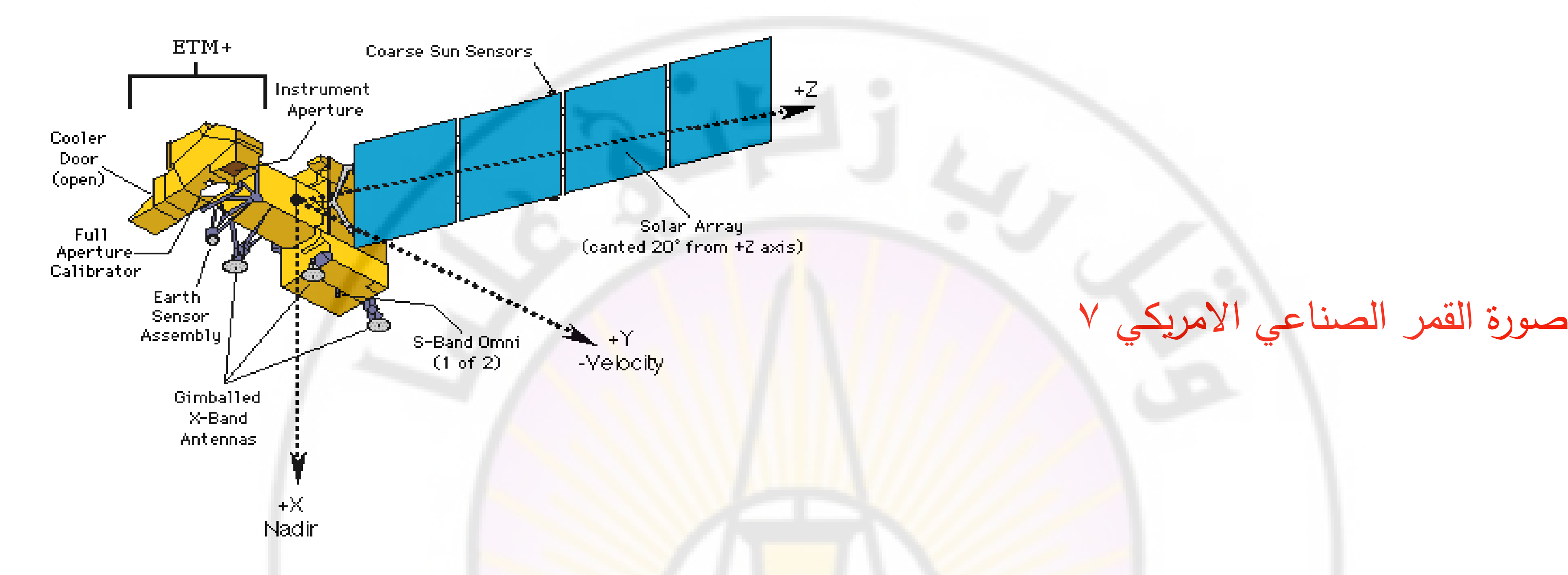
صورة القمر الصناعى الامريكى ٦

وزن القمر الصناعي ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور في مدار يميل عن خط الاستواء 98,2° درجه

, زمن التصوير هو ١٠:٠٠ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل في اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ، ، يعود لتصوير

نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٦ يوم ، يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي

يحمل المستشعر ETM (Enhanced



صورة القمر الصناعي الامريكي ٧

وزن القمر الصناعي ٢٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٧٠٥ كيلومتر ، يدور في مدار يميل عن خط الاستواء 98,2º درجه

زمن التصوير هو ١٠:٠٠ صباح ، يكمل دوره واحدة كل ٩٩ دقيقة ويكمل في اليوم الواحد ١٤،٥ دورة ، ،

يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء التصوير منها في خلال ١٦ يوم ،

يصور ١٨٠كيلومتر على طول مسار القمر الصناعي .

يحمل المستشعر ETM+ (Enhanced Thematic Mapper plus) ادخل عليه بعض التعديلات حيث اصبح يصور في عدد من النطاقات

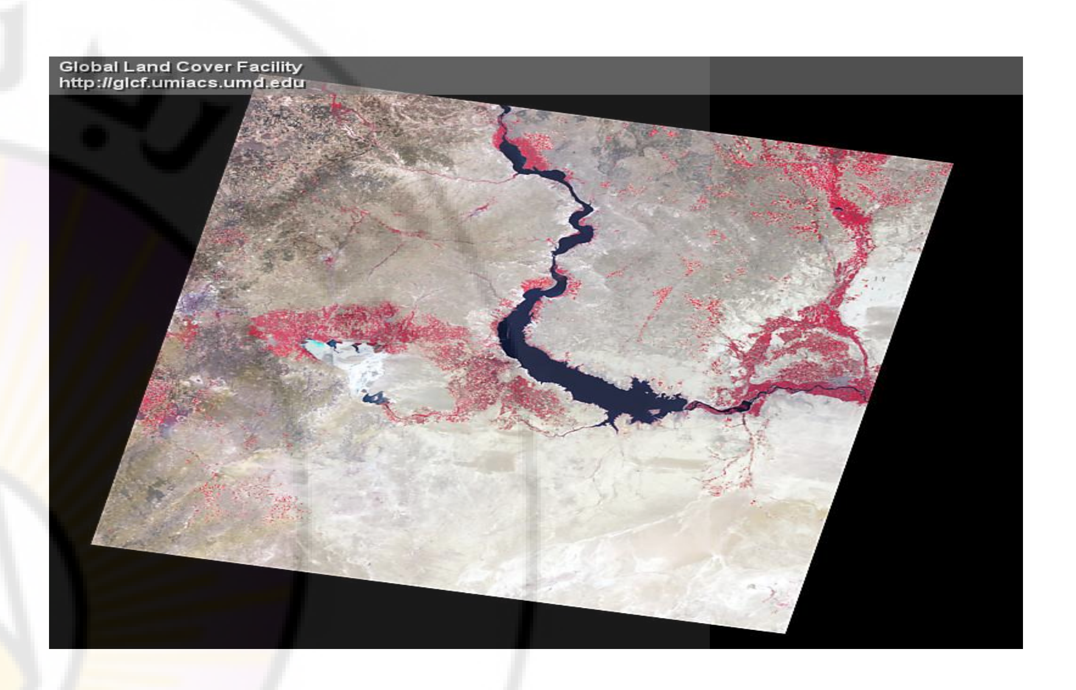
يتميز بدرجة وضوح ٣٠ متر ماعدا القناة السادسة ا تقسم هذه القناة النطاقان درجة الوضوح ٦٠متر بدلاً من ١٢٠ في مستشعر

TMكما تميز القناة الثامنة بدرجة وضوح ١٥ متر ابيض واسود .

صورة فضائية لاندسات للمنطقة الشمالية من سوريا

صورة فضائية لاندسات للمنطقة الساحلية في سوريا





صورة فضائية لاندسات للمنطقة الجنوبية من سوريا





الأقمار الصناعية الفرنسية

Satellite Probatoire d' Observation de 1a Terre (SPOT)

(spot1,2,3)صور للأقمار الصناعية الفرنسية

وزن القمر الصناعي ١،٨٠٠ كيلو غرام ، ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ، يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98° درجه ، يكمل في اليوم الواحد ١٤ الفة حول الارض ، زمن الفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التي بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ،يغطى تصوير سطح الارض في ٣٦٩ دورة , وهو متزامن مع توقيت المنطقة التي يصورها في جميع المسارات ١٠:٣٠ صباح ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر في ٦٠ كيلو متر .

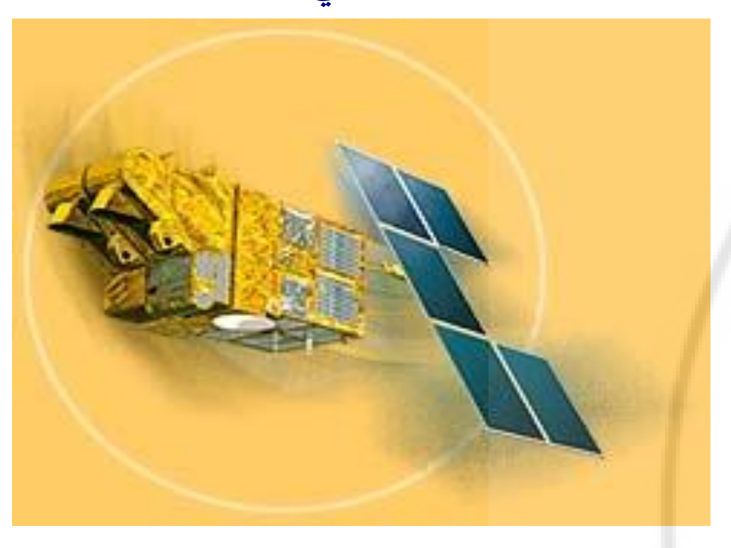
يحمل هذا القمر نوعين من المستشعرات الأول نظام الصور المرئية عالية الوضوح High Resolution Visible Imaging System (HRV)

وهو مستشعر متعدد القنوات Multispectral درجة الوضوح ٢٠ متر يصور في ثلاثة قنوات.

كما يصور في قناة ابيض واسودPanchromatic بدرجة وضوح ١٠ متر في نطاق الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٥١ الى ٠،٧٣ ميكرون)

كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسي وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧

القمر الفرنسي SPOT-4



يتميز هذا القمر بالتالي :

وزن القمر الصناعي ٢،٧٦٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ،

يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98° درجه ، يكمل فى اليوم الواحد ١٤ لفة

حول الارض ، زمن اللفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ، يغطى تصوير سطح الارض فى ٣٦٩ دورة

, وهو متزامن مع توقيت المنطقة التى يصورها فى جميع المسارات ١٠:٣٠ صباح ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر فى ٦٠ كيلو متر .

يحمل هذا القمر نوعين من المستشعرات :

المستشعر الاول (HRVIR) High Resolution Visible and Infrared

– الصور المرئية عالية الوضوح و القريبة من الحمراء (HRVIR 1) High Resolution Visible and Infraredوهو مستشعر متعددة القنوات Multispectral درجة الوضوح ٢٠ **متر** اضيف اليه قناة جديدة فهو يصور فى اربع نطاقات بدلان من ثلاثة قنوات.

– قناة الصور المرئية عالية الوضوح والقريبة من الحمراء(HRVIR 2) High Resolution Visible and Infrared وهو مستشعر يصور فى بيض واسود Panchromatic بدرجة وضوح ١٠ **متر** فى نطاق الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٦١ الى ٠،٦٨ ميكرون) ، كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسى وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧ .

المستشعر الثانى وهو(VEGETATION) :

يوجد به مستشعر متخصص فى الزراعة(VEGETATION 1) درجة الوضوح **واحد متر** , تغطى الصورة ٢،٢٥٠ كيلومتر فى ٢،٢٥٠ كيلومتر، مكون من اربعة قنوات تختلف عن القنوات السابقة فى طوال الموجة للقنوات السابقة .

القمر الفرنسيSPOT-5



يتميز هذا القمر بالتالى:

وزن القمر الصناعي ٣،٠٠٠ كيلو غرام ،ارتفاع المدار ٨٢٢ كيلومتر ،

يسير فى مدار يميل عن خط الاستواء 98º درجه ، يكمل فى اليوم الواحد ١٤ الفة حول الارض ،

زمن الفة الواحدة ١٠١ دقيقة ،يعود لتصوير نفس النقطة التى بداء منها التصوير كل ٢٦ يوم ،

يغطى تصوير سطح الارض فى ٣٦٩ دورة ، وهو متزامن مع توقيت المنطقة التى يصورها

فى جميع المسارات الساعة ١٠:٣٠ صباحا ، تغطى الصورة ٦٠ كيلومتر فى ٦٠ كيلو متر.

١.المستشعر الاول(HRG) High Resolution Geometric ينقسم الى:

-الصور عالية الوضوح و الهندسية (HRG 1) High Resolution Geometricوهو مستشعر متعدد القنوات Multispectral درجة الوضوح ١٠ متر
اما القناة الرابعة التى تصور فى النطاق الموجات التحت حمراء القصيرة فدرجة الوضوح ٢٠ متر.

-الصور عالية الوضوح والهندسية
(HRG 2) igh Resolution Geometric وهو مستشعر يصور فى قناتين ابيض واسود Panchromatic بدرجة وضوح **٥ متر و ٢،٥ متر** فى نطاق الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٤٨ الى ٠،٧١ ميكرون) ، كما تميزت بقدرتها على التصوير الرأسى وكذلك التصوير بزاوية ميل من ±٢٧ .

٢– المستشعر الثانى وهو (VEGETATION) :

كما يوجد به مستشعر متخصص فى الزراعة(VEGETATION 2) درجة الوضوح **واحد متر** , تغطى الصورة ٢،٢٥٠ كيلومتر فى ٢،٢٥٠ كيلو متر ،

مكون من اربعة قنوات تختلف عن القنوات السابقة فى اطوال الموجات .

٣– المستشعر الثالث وهو(HRS) High Resolution Stereoviewing :

كما يوجد به مستشعر متخصص فى الرؤية المجسمة تصور فى نطاق
الطيف الكهرو مغناطيسي (٠،٤٩ الى ٠،٦٩ ميكرون) يسمى (HRS) High Resolution Stereoviewing درجة الوضوح ١٠ متر
على طول المسار يعاد تحسين التكبير الى ٥ متر , تغطى الصورة ١٢٠ كيلومتر فى ٦٠٠ كيلومتر .

- ***النظام IRS***
- النظام IRS تنتجه وتديره الهند، تم إطلاق أول أقماره المسمى IRS – 1A في ١٩٨٨، أما آخر أقماره فقد أطلق في ١٩٩٧.
- يبلغ إرتفاع مدار هذا النظام ٨١٧ كم.
- يحمل هذا القمر ثلاثة مجسات هي:
- Linear Imaging Self-scanning Sensor (LISS II)
- تبلغ مساحة الصورة الواحدة ١٤٠×١٤٠ كم.
- الجدول التالي يبين الخصائص الطيفية والمساحية لهذا المجس

النطاق	المنطقة الطيفية	دقة المساحية
Band 1	0.52 - 0.59µm (green)	23 m
Band 2	0.62 - 0.68µm (red)	23 m
Band 3	0.77 - 0.86µm (near infra-red)	23 m
Band 4	1.55 - 1.70µm (mid infra-red)	70 m

أهم نظم الاستشعار عن بعد الخاصة برصد الظواهر الأرضية

- IRS Panchromatic
- يقدم هذا المجس مرئيات في النطاق من الأخضر إلى تحت الحمراء القريبة بدقة مساحية ٥ متر.
- مساحة الصورة ٧٠×٧٠ كم.
- الدقة الراديومترية لهذا المجس هي ٦٤ درجة لونية (٦ بت) مقارنة بـ ٢٥٥ درجة لونية (٨ بت) لنظيره على SPOT.
- Wide Field Sensor (WiFS)
- الدقة المساحية لهذا المجس ١٨٨ متر.
- الصورة تغطي ٧٧٤ × ٧٧٤ كم.
- يحمل نطاقين الأول يغطي المنطقة الحمراء (0.62-0.68 µm) والثاني المنطقة تحت الحمراء (0.77-0.86 µm).

• *النظام IKONOS*

- أطلق القمر الصناعي IKONOS في ٢٤ سبتمبر ١٩٩٩.
- مساحة صورة هذا القمر ١١×١١ كم.
- يحمل هذا القمر مجس يقوم بجمعالبيانات في نمطين:
- النمط Panchromatic بدقة مساحية ١ متر ودقة راديومترية ١١ بت (٢٠٤٨ درجة لونية).
- النمط متعدد الأطياف بدقة مساحية ٤ متر.
- يبين الجدول التالي الخصائص الطيفية والمساحية لمجسات IKONOS:



أهرام الجيزة – أيكونوس – دقة مساحية ١ متر.

النطاق	المنطقة الطيفية	الدقة المساحية
Panchromatic	0.45 - 0.90µm	1 m
Band 1	0.45 - 0.53µm (blue)	4 m
Band 2	0.52 - 0.61µm (green)	4 m
Band 3	0.64 - 0.72µm (red)	4 m
Band 4	0.77 - 0.88µm (near infra-red)	4 m

التابع الصنعي الأمريكي IKONOS-2



أطلق IKONOS-2 في ٢٤ أيلول ١٩٩٩ من قبل شركة Space Imaging ويحلق على ارتفاع ٦٨٠ كم ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٨٢ سم في مجال البانكروماتيك و٤ م في الماسح MSS وبتغطية أرضية ١١ كم .

صورة فضائية ايكونوس (ساحة الامويين

صورة فضائية ايكونوس (ساحة العباسيين)

صورة فضائية ايكونوس (عقدة القابون)

صورة فضائية ايكونوس (قلعة دمشق والمسجد الاموي)



التابع الصنعي الأمريكي -QUICK BIRD٢

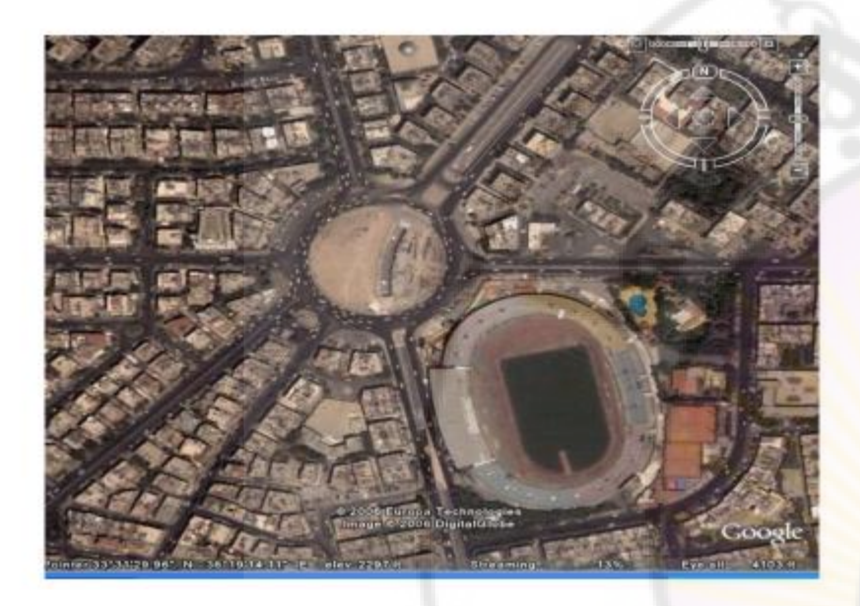
اطلق -٢ QUICK BIRD في ١٨ تشرين الأول ٢٠٠١ من قبل شركة Earth Watch ويحلق على ارتفاع ٤٥٠ كم ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٦١ سم في مجال البانكروماتيك و ٣.٢٨ م في الماسح MSS وبتغطية أرضية ١٦،٥ كم و شريط تصويري x١٦,٥ ١٦,٥ كم و التغطية المتكررة ٣- ٧ أيام.

التابع الصنعي الأمريكي -QUICK BIRD٢



صورة فضائية كويك بيرد (ساحة الامويين)

صورة فضائية كويك بيرد (ساحة العباسيين)



صورة فضائية كويك بيرد (ساحة السبع بحرات)



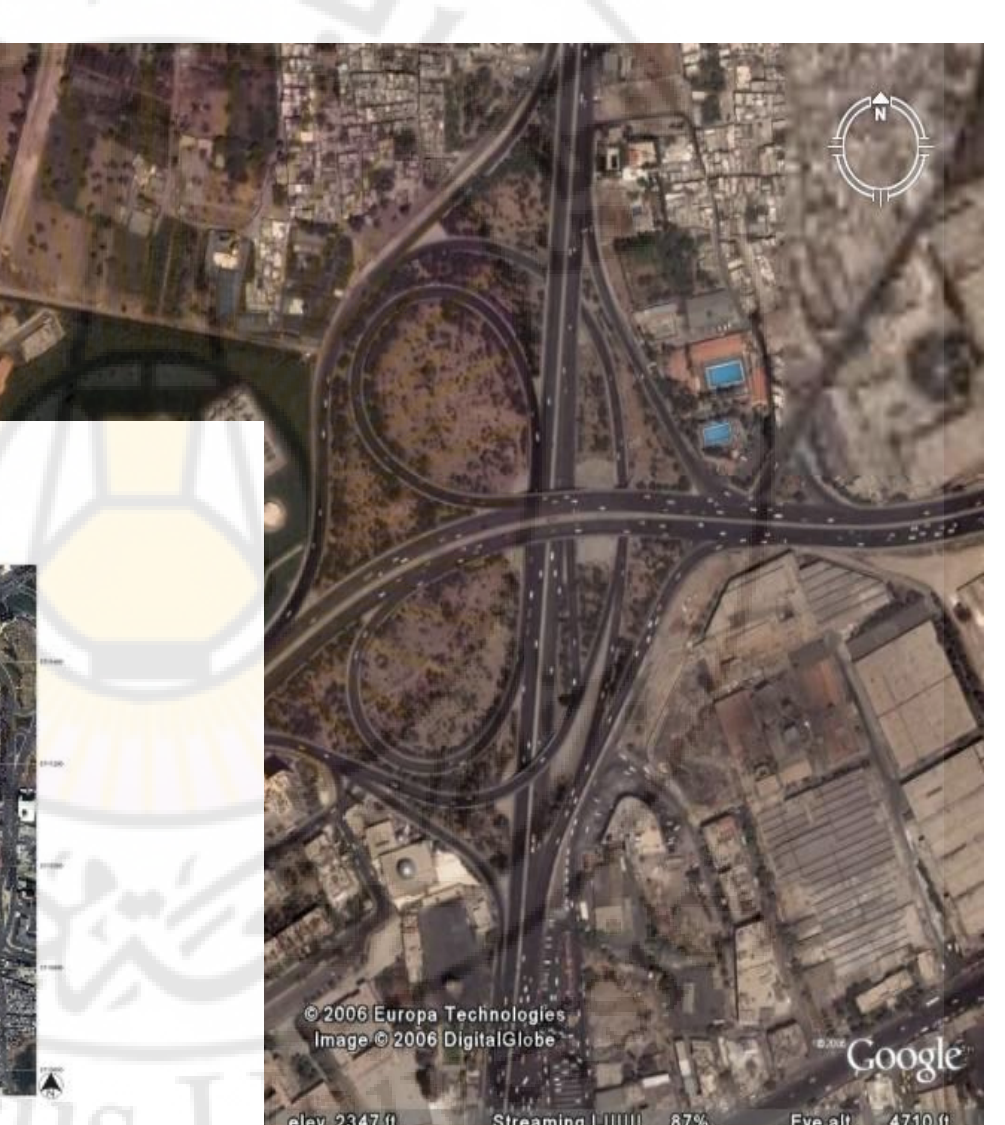
صورة فضائية كويك بيرد (عقدة القابون)

صورة فضائية كويك بيرد (ضريح الجندي المجهول)

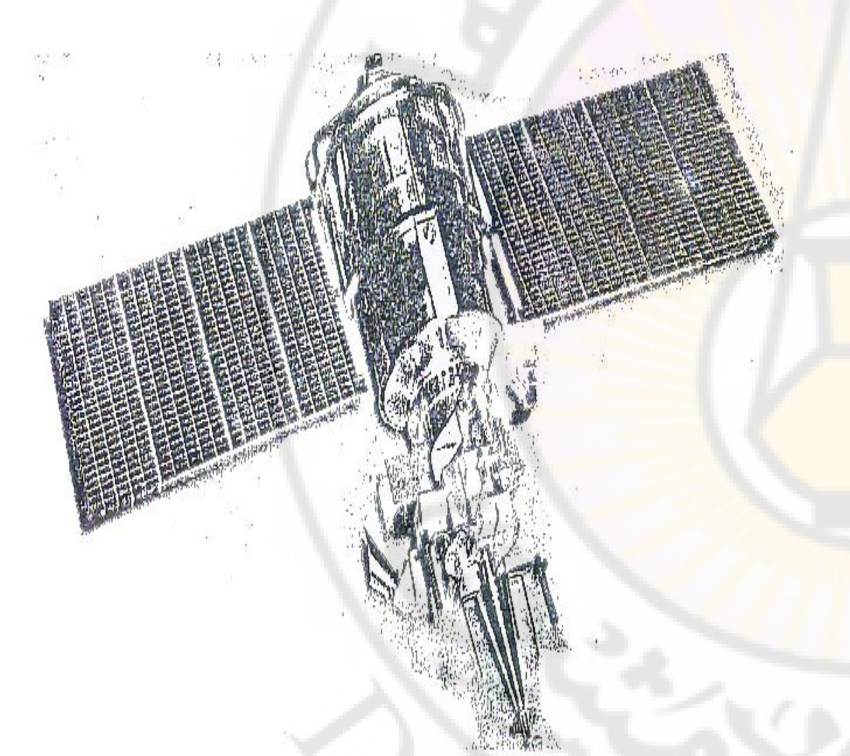


صورة فضائية كويك بيرد (دمشق القديمة)





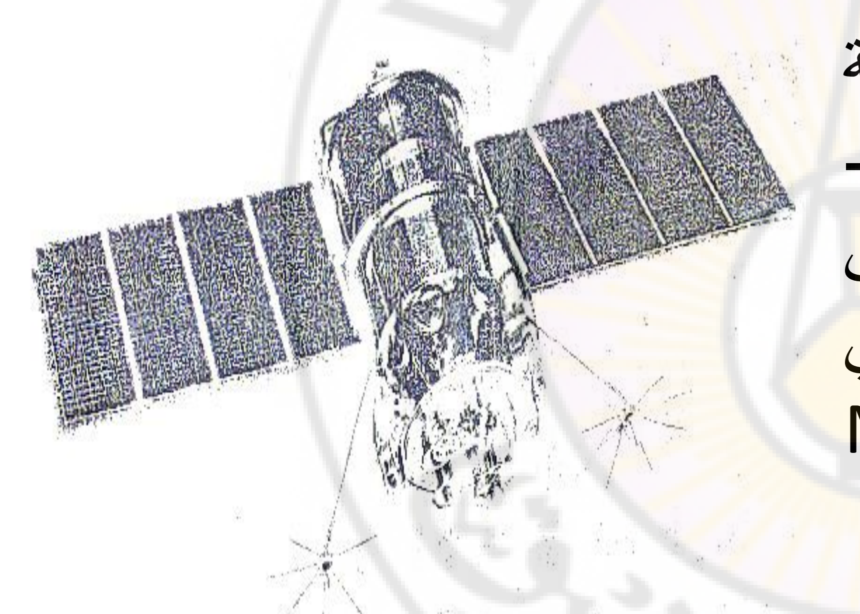
RUSSIA ٢- روســيــا



التابع الصنعي الروسي COSMOS

أطلق COSMOS-1 في ١٦ آذار ١٩٦٢
على ارتفاع ٢٢٠ كم ثم اتبعه سلسلة من
التوابع مخصصة لمراقبة الأرض ويحمل
عدة أنواع من الكاميرات مثل TK –350
بقدرة ٥-١٠ م والتغطية الأرضية
١٧٥×٢٥٧ كم والكاميرا KVR –1000
بقدرة تمييز ٢-٣ م في مجال البانكروماتيك
والتغطية الأرضية ٣٤×٥٧ كم

التابع الصنعي الروسي METEOR



وهي سلسلة من التوابع الصنعية مخصصة للأرصاد الجوية .أطلق ١- Meteor في تموز ١٩٨٠ على ارتفاع ٦٣٥ كم ويدور بمدار قطبي ويحمل ثلاث كاميرات MSU – SK وMSU – 5 و Telemeter.

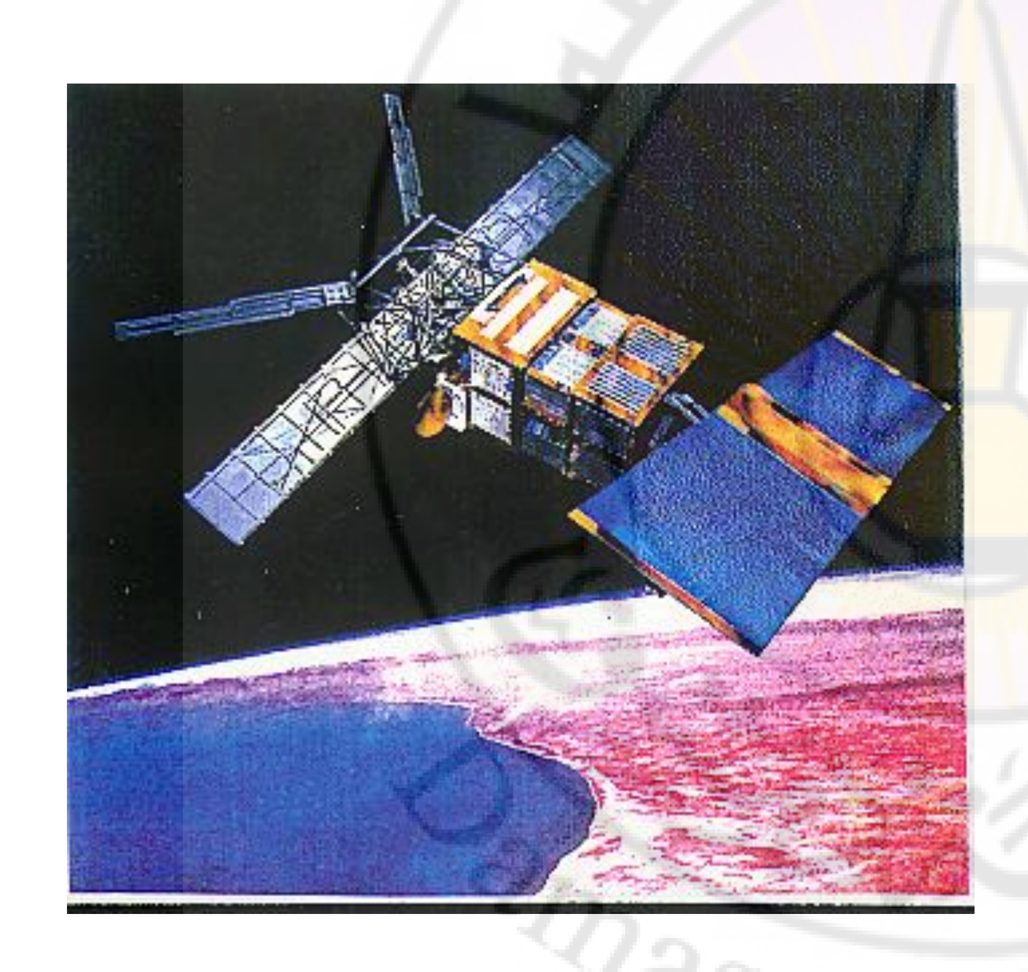
٤- وكالة الفضاء الأوربية

EUPOPEAN SPACE AGENCY (ESA)

التابع الصنعي METEOSAT

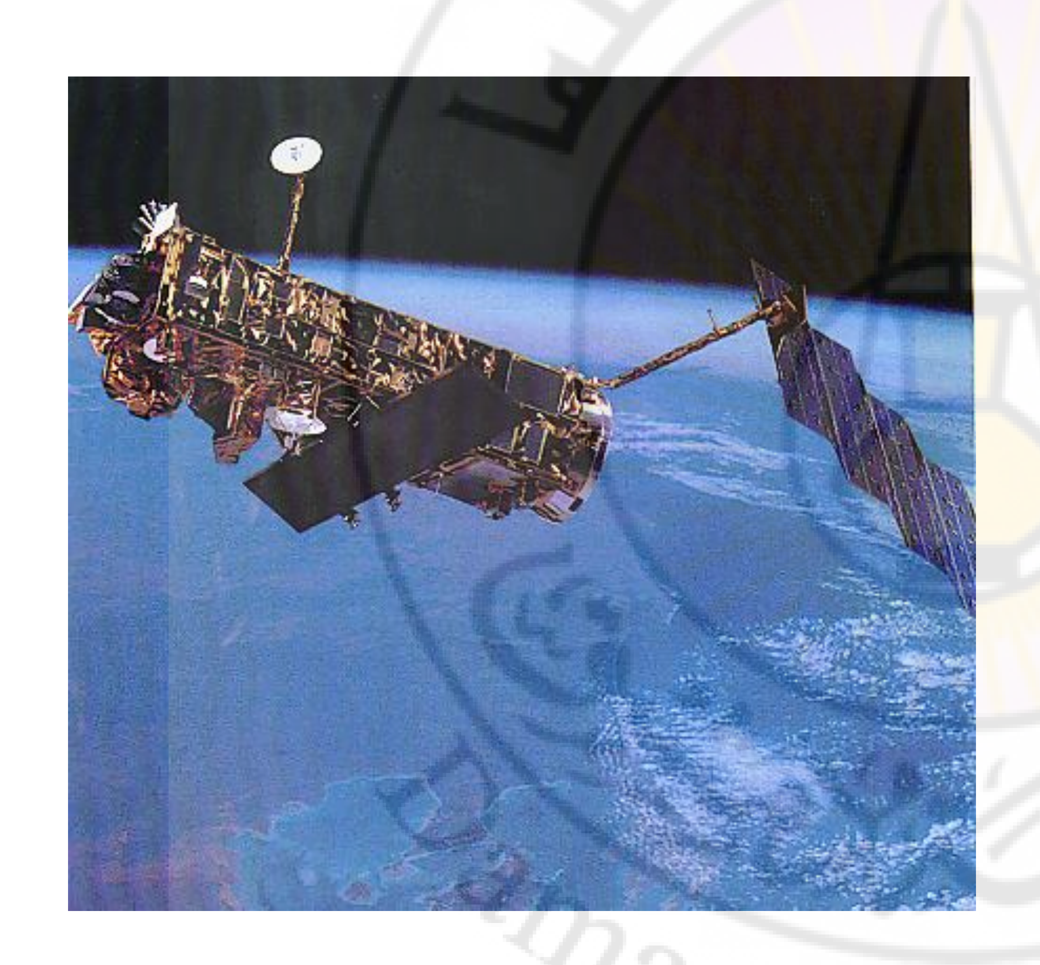
أطلق ميتوسات-١ في ٢٣ تشرين الثاني ١٩٧٧ وميتوسات-٢ في ١٩ حزيران ١٩٨١ وميتيوسات –٣ في حزيران ١٩٨٨ وميتوسات-٤ في ١٩٨٩ وميتيوسات-٥ في ١٩٩١ ومتيوسات-٦ في ١٩٩٣ وميتيوسات-٧ في ٣ أيلول ١٩٩٧ على ارتفاع ٣٥.٨٠٠كم بقدرة تمييز ٢.٥كم في المجال المرئي و٥ كم في المجال تحت الأحمر ويعطي صورة كل نصف ساعة وهو مخصص للأرصاد الجوية وقد أطلق متيوسات-٨ Meteosat Second Generation (MSG-1) في ٢٨ آب ٢٠٠٢.

التابع الصنعى الراداري الأوربى
European Remote Sensing (ERS)



أطلق ERS-١ في ١٧ تموز ١٩٩١وERS-٢ في ٢١ نيسان ١٩٩٥ على ارتفاع ٧٨٥كم ويحمل رادار SAR يعمل ضمن المجال C ويعطي صوراً فضائية رادارية بقدرة تمييز ٢٥-٣٠م وتغطية أرضية ١٠٠كم

التابع الصنعي الأوربى ENVISAT



أطلق Envisat في عام ٢٠٠١ على ارتفاع ٨٠٠ كم ، ويحمل رادار SAR ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٣٠م وتغطية أرضية ١٠٠كم.

٥- فرنسا FRANCE

التابع الصنعي الفرنسي Helios 1A

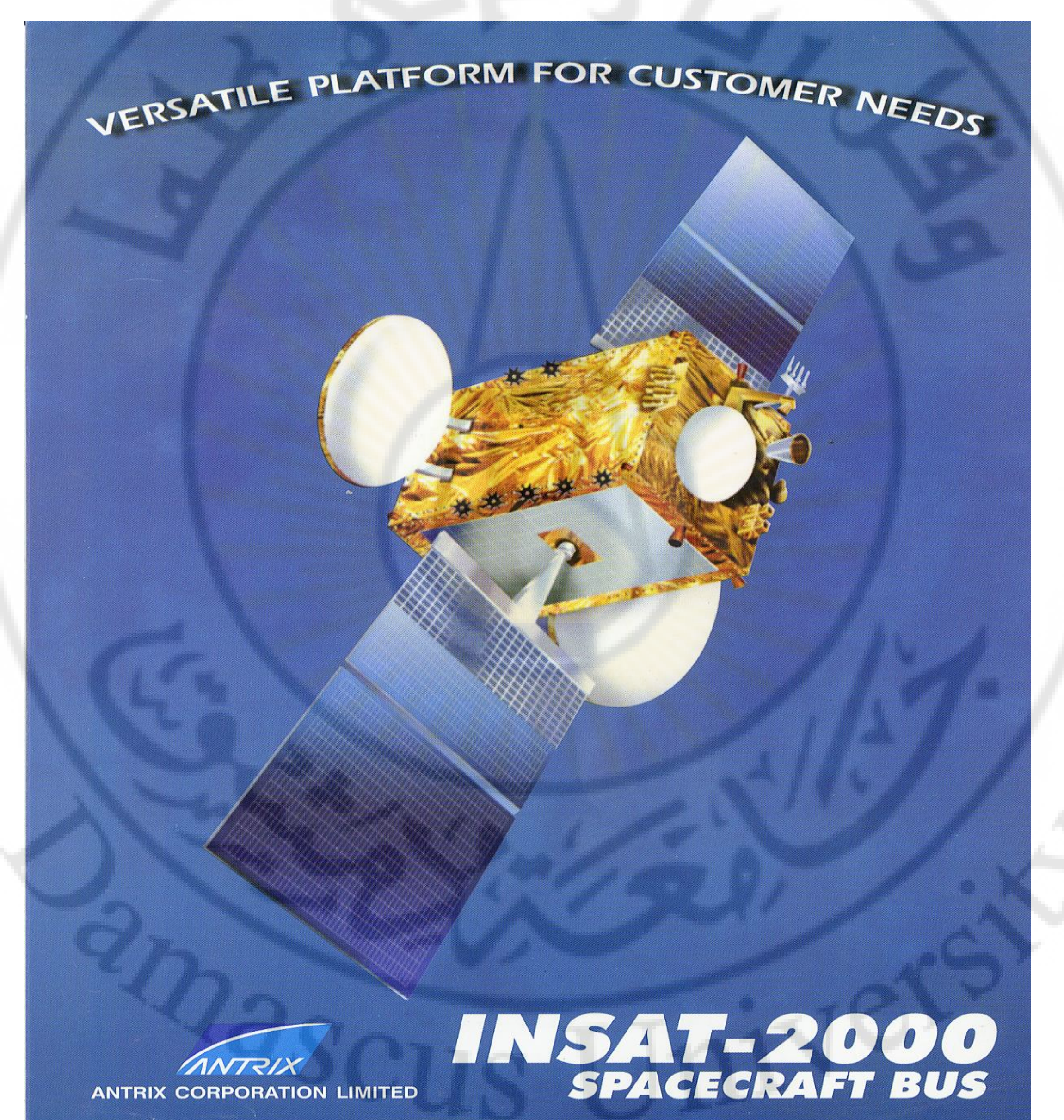
أطلق Helios1A في تموز ١٩٩٥ و Helios1B في كانون الأول ١٩٩٩ و يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ١ م.

٦- الهـــند INDIA

التابع الصنعي Indian National Satellites (INSAT)

أطلق INSAT-1A في ١٩٨٠ وINSAT-1B في آب ١٩٨٣ و-INSAT-1C في ١٩٨٦ وINSAT-1D في ١٢حزيران ١٩٩٠ وINSAT-2A في تموز ١٩٩٢ و INSA-2B في ٢٣ تموز ١٩٩٣ وINSAT-2C في ٧كانون الأول ١٩٩٥ و INSAT-2D في ٤حزيران ١٩٩٧ وهو مخصص للاتصالات والبث التلفزيوني والأرصاد الجوية ويحمل راديومتر Very High Resolution Radiometer (VHRR) ويعطي صوراً فضائية بقدرة تمييز ٢كم في المجال المرئي و ٨ كم في المجال تحت الأحمر.

التابع الصنعي (INSAT)



Indian Remote Sensing Satellites التابع الصنعي الهندي

أطلق IRS-1A في ١٧ آذار ١٩٨٨ و IRS-1B في ٢٩ آب ١٩٩١ على ارتفاع ٩٠٤ كم ويدور بمدار قطبي متزامن مع الشمس ويحمل ماسحين :

١-الماسح الأول (LISS-1) Linear Imaging Self Scanning

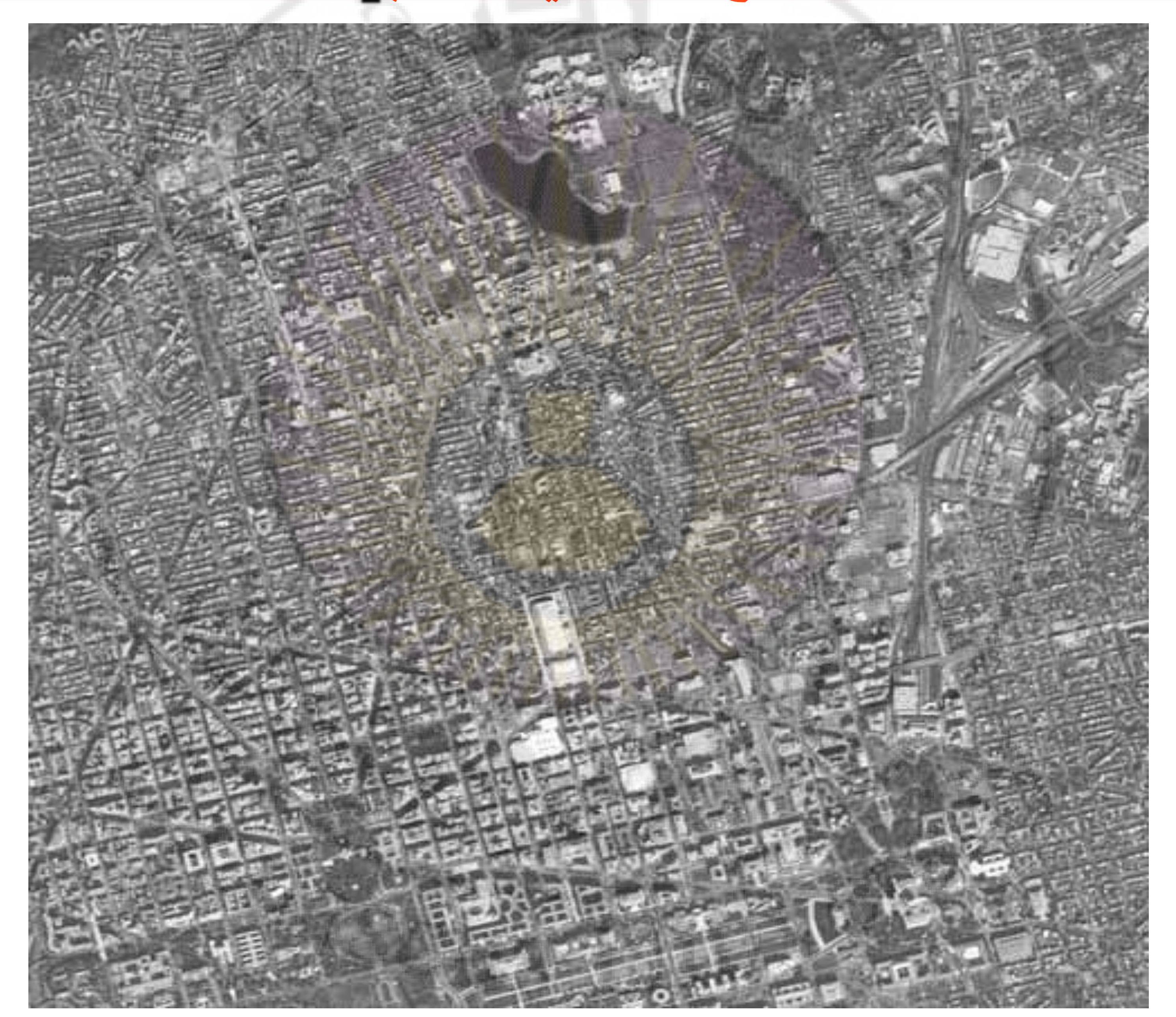
ويعمل ضمن أربعة نطاقات طيفية وهو ذات قدرة تمييز ٧٢.٥م والتغطية الأرضية ١٤٨كم

٢- الماسح الثاني (Linear Imaging Self Scanning (LISS-2

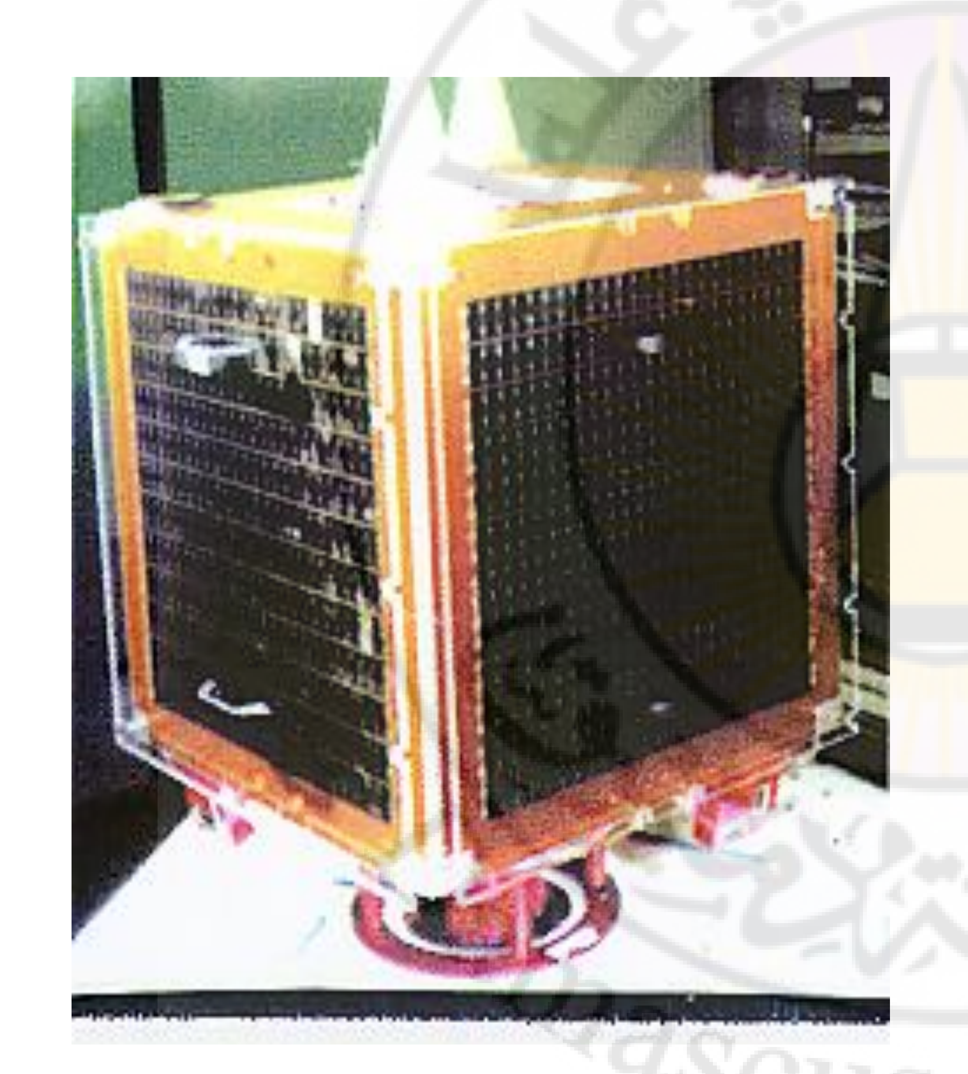
وهو ذات قدرة تمييز ٣٦.٢٥م والتغطية الأرضية ١٤٥كم والتغطية المتكررة كل ٢٢يوم ثم أطلق IRS-1C في ٢٨ كانون الأول ١٩٩٥ وIRS-1D في أيلول ١٩٩٧ على ارتفاع ٨١٧كم ويحمل ثلاثة مواسح الأول يعمل في مجال البانكروماتيك بقدرة تمييز ٥.٨م والتغطية الأرضية ٧٠كم والثاني LISS-3 يعمل ضمن أربع نطاقات طيفية ثلاثة منهم في المجال المرئي وتحت الأحمر VNIR بقدرة تمييز ٢٣.٥م وتغطية أرضية ١٤١كم والنطاق الرابع في مجال تحت الأحمر المتوسط (SWIR) بقدرة تمييز ٧٠.٥م وتغطية أرضية ١٤٨كم والثالث (WIFS) Wide Field Sensor بقدرة تمييز ٨٨.٣م وتغطية أرضية ٨١٠كم والتغطية المتكررة ما بين ٥-٢٤ يوم.

و قد أطلق IRS-1C في٢٨ كانون الأول١٩٩٥ وIRS- 1D -في 29 أيلول ١٩٩٧ .و يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ٥,٨ في مجال البانكروماتيك.

صورة فضائية من التابع الصنعي الهندي Resourcesat-1

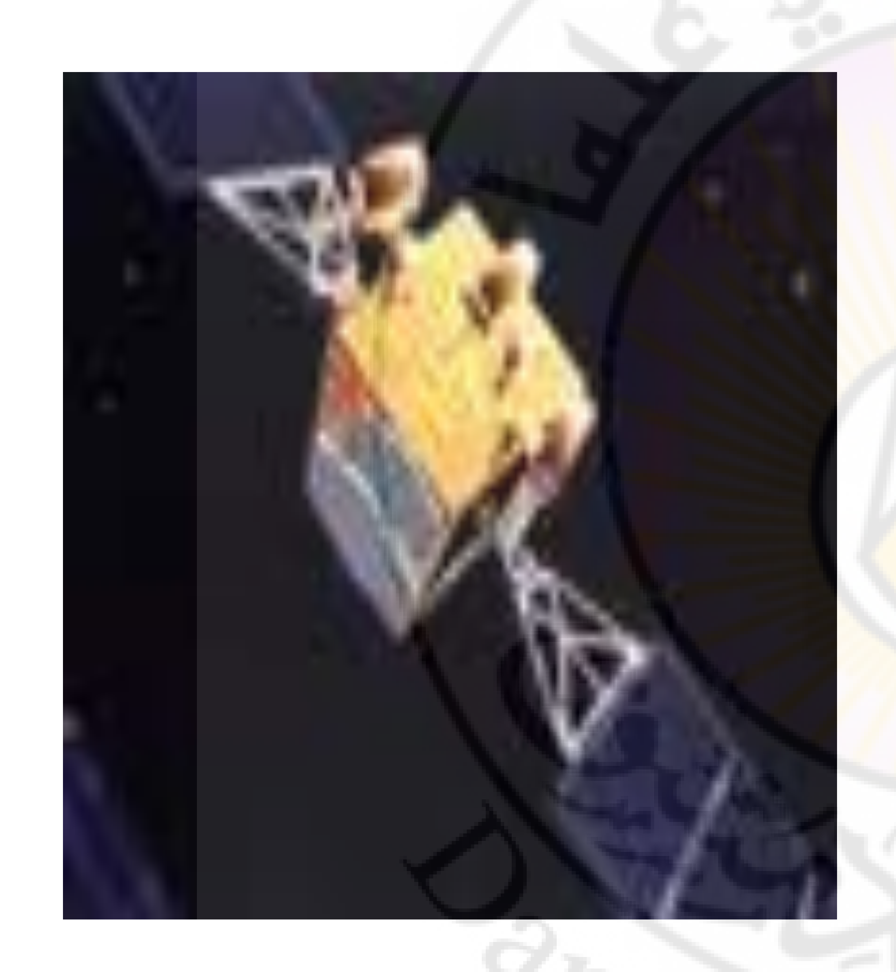


Algeria الجزائر



أطلق Alsat-1 في ٢٨ تشرين الثاني ٢٠٠٢ على ارتفاع ٦٨٦ كم و متزامن مع الشمس. و يحمل ماسح متعدد الأطياف يعطي صورا" فضائية بقدرة تمييز ٣٢ م و بتغطية أرضية ٦٠٠ كم. و هو تابع صنعي صغير و يزن ١٠٠كغ.

مصر



التابع الصنعي Egyptsat-1 أطلقته مصر في نهاية عام ٢٠٠٨ من قاعدة في كازاخستان بالتعاون مع أوكرانيا. وسيحمل التابع جهازي مسح أحدهما يعمل بالأشعة تحت الحمراء والثاني متعدد الأطياف وسيتبعه

Sahrasat ,Egyptsat-2